

Vakuumdämmung im Bauwesen

Vorlesungsumdruck

Block VI

VIP in der Praxis

angefertigt von der

Wolfgang Sorge IfB GmbH
Südwestpark 100
90449 Nürnberg

im Auftrag des
Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung e. V.

ZAE Bayern
Am Hubland
97074 Würzburg

Nürnberg, September 2009

Nutzungsbedingungen

1) Urheberrechtshinweis:

Copyright ©

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern)

Am Hubland

97074 Würzburg

Alle Rechte vorbehalten.

Alle Urheberrechte der Webseite www.vip-bau.de und der vorliegenden Unterlagen für die Aus- und Weiterbildung liegen beim ZAE Bayern.

Diese Webseite, sowie die darauf eingestellten Dokumente dürfen kopiert, ausgedruckt und verteilt werden, vorausgesetzt:

- Sie werden nur zu Informationszwecken - insbesondere für die Aus- und Weiterbildung von Fachplanern, Architekten und Handwerkern - und nicht kommerziell verwendet, und
- jede Kopie - auch Auszüge - enthält den vorgenannten Urheberrechtshinweis.

2) Haftungshinweis:

Das ZAE Bayern haftet nicht für die Inhalte externer Links, dafür sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Das ZAE Bayern ist bemüht, sein Webangebot stets aktuell und inhaltlich richtig sowie vollständig anzubieten. Dennoch ist das Auftreten von Fehlern nicht völlig auszuschließen und das ZAE Bayern übernimmt daher keine Haftung für die Aktualität, die inhaltliche Richtigkeit sowie für die Vollständigkeit der eingestellten Informationen und Dokumente.

Geschützte Marken, Namen, Bilder und Texte werden in der Regel nicht als solche kenntlich gemacht. Das Fehlen einer solchen Kennzeichnung bedeutet aber nicht, dass es sich um einen freien Namen, ein freies Bild oder einen freien Text handelt.

3) Hinweis auf Fördermittelgeber:

Der Aufbau und die Pflege der Informationsplattform www.vip-bau.de, wie auch die Ausarbeitung von Unterlagen für die Aus- und Weiterbildung werden und wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Forschungsschwerpunkts EnOB - Forschung für Energieoptimiertes Bauen - mit dem Forschungsakzent ViBau gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichungen liegt bei den Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Seite

6.1	Überblick	2
6.2	Planung von Gebäuden mit VIP	3
6.2.1	Information / Beratung	3
6.2.2	Maßhaltigkeit	4
6.2.3	Hinweis zur Austauschbarkeit / Zugänglichkeit belüfteter VIP	5
6.2.4	Dampfdiffusion, Feuchtigkeit und Temperatur	6
6.2.5	Stücklisten und Verlegpläne	8
6.2.6	Lieferung und Lagerung	9
6.2.7	Transport und Einbau	9
6.2.8	Vorbereitung der Arbeitsflächen	9
6.2.9	Randbedingungen beim Einbau	10
6.2.10	Montage der VIP	10
6.2.11	Abnahme der VIP	11
6.2.12	Sensibilisierung des Nutzers	11
6.3	Konstruktionsbeispiele	12
6.3.1	Neubau	12
6.3.2	Altbau	19
6.4	Bauteildatenblätter	23
6.5	Ausgeführte Bauten mit VIP	31
6.5.1	VIP als Fußbodendämmung	31
6.5.2	VIP zur Dämmung von Terrassen	31
6.5.3	VIP als Fassaden- und Außenwanddämmung für Bestandsgebäude	31
6.5.4	VIP als Fassaden- und Außenwanddämmung für Neubauten	32
6.5.5	VIP an verschiedenen Stellen	32

6.1 Überblick

Im Teil B des Annex 39 [1] sind die wesentlichen Kriterien und Charakteristiken von VIP dargestellt, um planende Architekten in die Lage zu versetzen, VIP bautechnisch richtig und sinnvoll einzusetzen. Ergänzend wurde ein größtmögliches Anwendungsspektrum für VIP angegeben, um vakuumdämmende Systeme weit über die einfache Substitution konventioneller Dämmstoffe darzustellen. Wie bereits in Block II erwähnt, werden VIP derzeit hauptsächlich direkt auf der Baustelle verarbeitet. Zukünftig ist jedoch zu erwarten, dass vermehrt Bauprodukte und -systeme mit integrierten VIP auf den Markt gelangen. Der Einbau erfolgt hierbei unter kontrollierten Bedingungen im Werk, so dass das Beschädigungspotential der VIP minimiert wird.

Da VIP nicht als Material, sondern vielmehr als System von erheblicher Komplexität und Empfindlichkeit zu sehen ist, sind alle am Bau Beteiligten möglichst früh zu informieren, zu beraten und während des gesamten Planungs- und Verarbeitungsprozesses fachlich zu begleiten. Um die Funktion evakuierter Dämmstoffe im eingebauten Zustand dauerhaft sicherstellen zu können, sind nachfolgende Abläufe grundsätzlich zu beachten:

- überdurchschnittliche Beratung und Information,
- Berücksichtigung von Maßtoleranzen und Formstabilität,
- eventuell Berücksichtigung der Austauschbarkeit,
- detaillierte bauphysikalische Nachweisführung,
- Erstellung von Stücklisten und Verlegepläne,
- abgestimmte Lieferung,
- geeignete Lagerung,
- ausreichende Vorbereitung der Arbeitsflächen,
- Berücksichtigung der Randbedingungen beim Einbau,
- qualifizierte Montage mit erhöhter Bauüberwachung,
- Abnahme durch den Hersteller sowie
- Sensibilisierung des Nutzers.

6.2 Planung von Gebäuden mit VIP

Bei der praktischen Umsetzung der bisherigen VIP-Demonstrationsvorhaben zeigten sich neben den Vorteilen auch die Schwierigkeiten und Einschränkungen beim Einsatz von VIP. So müssen VIP grundsätzlich ausreichend vor mechanischen Beschädigungen geschützt werden. Dies gilt für funktionsbedingte Belastungen (z. B. Bodenbelastung), ungewollte Belastungen (z. B. Dilatationen) sowie für nachträgliche Manipulationen (z. B. Bildernägel). Herumliegende Nägel und Schrauben, überstehende Grate von benachbarten Bauteilen, Steinen oder Sandkörner, aber auch schon ein Stoß gegen eine Ecke können zur sofortigen Belüftung des VIP führen.

Neben einer gründlichen Vorbereitung der Arbeitsabläufe und einer sorgfältigen Abstimmung mit den unmittelbar betroffenen Gewerken muss vor allem der Schutz der Paneele vor Beschädigung während des Transports, der Lagerung und der Montage sichergestellt werden. Der Umgang mit VIP erfordert daher ein hohes Maß an Sorgfalt, das unter den Bedingungen auf der Baustelle nur von geschulten Verarbeitern erzielbar ist. Die grundsätzlich zu beachteten Abläufe lauten im Detail:

6.2.1 Information / Beratung

Zur Entscheidungsfindung, ob und in welchen Bereichen VIP für eine geplante Sanierung oder einen Neubau geeignet sind, sind alle Planungsbeteiligten über die Funktionsweise und erzielbare Dauerhaftigkeit von VIP so früh wie möglich aufzuklären. Hierzu ist neben Einsicht der verfügbaren Produktdatenblätter sinnvoll, VIP-Hersteller und/oder VIP-Lieferanten im Planungsprozess zu integrieren sowie Anschlusssituationen bauphysikalisch bewerten zu lassen.

Der Verarbeitungsablauf vom Transport über die Lagerung bis hin zum Einbau ist im Planungsprozess stets zu berücksichtigen. Den Handwerkern und späteren Nutzern muss klar werden, dass weder Schrauben noch Nägel in die Dämmung eindringen dürfen. Werden VIP nicht absolut beschädigungssicher

eingebaut, sollten Mieter, Eigentümer und Handwerker informiert und mit einem Warnkleber auf den empfindlichen Inhalt der Baukonstruktionen aufmerksam gemacht werden. Postpakete mit empfindlichem Inhalt werden seit langem mit einem "Handle with care"- Kleber versehen. In [1] wird gefordert, dass VIP ebenfalls über eine entsprechende Kennzeichnung verfügen:



6.2.2 Maßhaltigkeit

VIP auf der Baustelle:

Im Gegensatz zu konventionellen Dämmstoffen weisen VIP definierte Abmessungen auf und können vor Ort nicht auf Maß zugeschnitten werden. Konstruktionen mit VIP verlangen eine möglichst genaue Maßfertigung. Sind die Maßtoleranzen zu groß, liegen Abweichungen zum Verlegeplan vor. Ist ein Paneel zu klein, so entstehen Fugen, die nachträglich mit konventionellen Dämmstoffen gefüllt und bauphysikalisch bewertet werden müssen. Bei einer Dicke des Komprimandes im dekomprimierten Zustand von 10 [mm] lassen sich prinzipiell VIP mit einer Maßgenauigkeit von -5 [mm] verarbeiten. Noch kritischer zu sehen sind zu große VIP, da sie vor Ort nicht mehr in die Konstruktion eingepasst werden können. Die Maßgenauigkeit bei bisherigen Demonstrationsobjekten [1], [3] lag im Bereich von +5 [mm], so dass in

Einzelfällen Einbauschwierigkeiten auftraten. Die festgestellten Abweichung sind auf drei Ursachen im Fertigungsprozess zu schließen:

- Abweichungen im Zuschnitt des Füllkörpers,
- Schwindmaß in Abhängigkeit der Paneelgröße,
- Abweichungen durch mehrfach umgelegte Folienränder.

Durch Optimierung des Fertigungsprozesses mit verbesserter Faltungstechnik sind nach [1] Maßtoleranzen von etwa 2 bis 3 [mm] erzielbar. Diese sind bei der Planung und Ausführung von VIP grundsätzlich zu beachten.

VIP in vorfabrizierten Bauteilsystemen:

Die Geometrie und die Abmessungen vorfabrizierter Systeme sollten auf möglichst große Paneele mit Standardmassen ausgelegt sein. Sonderformate sind zwar lieferbar, aber auch teurer. Einzelheiten sollten frühzeitig mit dem VIP-Lieferanten geklärt werden. Die vorhandenen Fertigungstoleranzen der Paneele müssen bei der Konzeption der vorfabrizierten Komponenten beachtet werden, um Zwängungen der VIP oder größere Luftspalte am Rand der VIP zu vermeiden.

6.2.3 Hinweis zur Austauschbarkeit / Zugänglichkeit belüfteter VIP

Bisherige Erfahrungen [3] zeigen, dass die Funktionsdauer derzeitiger VIP über die erwarteten vier bis fünf Jahrzehnte erhalten bleibt - fachgerechte Handhabung und Nutzung vorausgesetzt. Dennoch sollte das Versagen einzelner Platten als Risiko in die Planung und Ausführung mit einbezogen werden. Konstruktionen mit VIP sind grundsätzlich so zu planen, dass auch das Belüften einzelner VIP die technische Funktionsfähigkeit der Wärmedämmung nicht gefährdet und der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 sichergestellt ist (siehe allgemeine bauaufsichtliche Zulassung).

einem plötzlichen Versagen des ganzen Paneels führen können [8]. Die Untersuchungen in [9] kommen zu dem Schluss, dass Feuchtebelastungen insbesondere bei erhöhter Temperatur zu kurzen, für den Baubereich nicht geeignete Lebensdauern führt. So wird in [10] und [11] empfohlen, eine dauerhafte Feuchteanreicherung im Bereich der VIP zu vermeiden.

Liegt durch die Verwendung von VIP eine raum- und außenseitig dampfdichte Konstruktion vor (z. B. VIP als Außendämmung), kann eingebrachte Baufeuchte nicht abtrocknen. In diesem Fall ist sicherzustellen, dass die verwendeten Baumaterialien "trocken" in die Konstruktion eingebracht werden und nachstoßende Feuchtigkeit auszuschließen ist. Grundsätzlich sind im Zuge der Detailplanung von Konstruktionen mit VIP Sonderfachleute einzuschalten, die den gewählten Aufbau thermisch und hygrisch analysieren (siehe Block III). Falls erforderlich, sind dann im Planungsteam geeignete Maßnahmen auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse zu detaillieren.

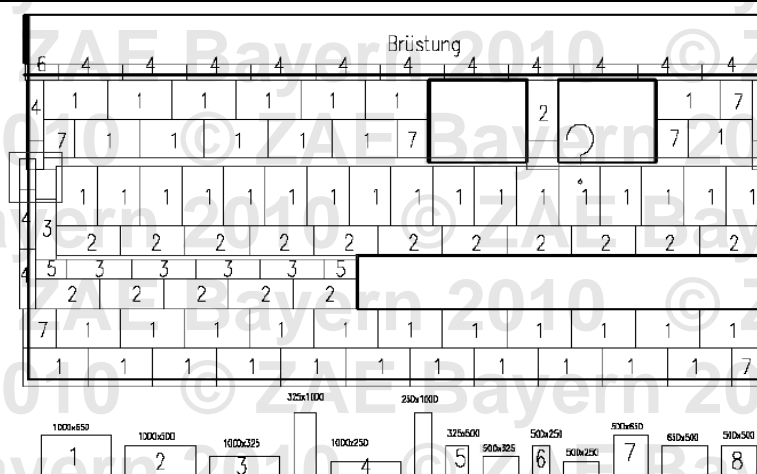
Aufgrund der wärmeleitenden Aluminiumschichten im Hochbarrierelaminat (insbesondere bei Umhüllungen aus laminiertes Alu-Folie) bzw. der Stoß- und Lagerfugen zwischen den Paneelen ist der Wärmedurchgang am Rand eines Paneels grundsätzlich höher als in der Mitte. Bei der Planung sollten daher möglichst große Paneele verwendet werden, da sie ein günstiges Rand-zu-Flächen-Verhältnis aufweisen. Selbst ruhende Luft ist im abgedichteten Spalt zwischen den VIP ein vergleichsweise guter Wärmeleiter. So sollten Luftschlitze zwischen benachbarten Paneelen so schmal wie möglich gehalten werden. Durch ein doppelagiges versetztes Verlegen der VIP kann dieser negative Randeffekt deutlich reduziert werden. Es sind Produkte mit rechtwinkligem Rand verfügbar, bei denen diese nahezu fugenlos gestoßen werden können. Als Wärmebrücken wirken auch Stege aus Holz oder konventionellen Dämmstoffen, die in Fassadensystemen notwendig sein können. Befestigungsanker, Leitungs- und Trägerdurchführungen führen bei Systemen mit VIP zu wesentlich stärkeren Wärmebrücken als bei konventionellen dicken Dämmstoffen.

Etwa in dem gleichen Maß, wie durch den Einsatz von VIP die Dämmstärke reduziert werden kann, verschärft sich bei sonst gleicher Konstruktion und Materialwahl das Problem der Wärmebrücken: Faktor 5 bis 10. Diese Singularitäten sind bei der Planung stets zu berücksichtigen und durch entsprechende Wärmebrückenberechnungen zu optimieren. Zusätzlich sind Konstruktionen mit VIP so auszubilden, dass die VIP nicht über einen längeren Zeitraum zu hohen Temperaturen (nach [10] max. 60 - 120 °C) ausgesetzt werden [1]. Dies ist durch die Wahl geeigneter Konstruktionen und außenseitiger Bauteiloberflächen erzielbar.

6.2.5 Stücklisten und Verlegpläne

Da mit VIP keine Toleranzen aufgenommen und die Paneele auf der Baustelle nicht zugeschnitten werden können, müssen frühzeitig exakte Stücklisten und Verlegepläne erarbeitet werden. Dies erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Planer und VIP-Lieferant. Die Verlegepläne sollten nach einem exakten Aufmaß vor Ort erstellt werden. Zur Vermeidung mechanischer Beanspruchungen infolge Zwängung müssen die Fertigungstoleranzen der Paneele berücksichtigt werden. Um den Bauablauf nicht maßgeblich zu verzögern und um die Kosten zu begrenzen, sollte so weit wie möglich auf Standardgrößen der VIP zurückgegriffen werden. Zur Aufnahme von Toleranzen und Anpassung der Ränder müssen geeignete Dämmmaterialien vor Ort verfügbar sein.

exemplarischer Verlegeplan von VIP-Elementen aus [12].



6.2.6 Lieferung und Lagerung

Für einen größtmöglichen Schutz der VIP muss im Vorfeld abgeklärt werden, wie (Paket, Gewicht, Schutz, Zugänglichkeit) und wann die VIP geliefert werden. Insbesondere bei Sonderformaten sind die Paneele rechtzeitig zu bestellen, da ein Vorlauf für die Produktion und Lieferung erforderlich ist. Die Lieferung muss in Abhängigkeit des Baufortschritts erfolgen. Auf der Baustelle sind entsprechend gekennzeichnete und ausreichend sichere Lagerflächen bereit zu stellen. Große Gebinde mit VIP weisen rasch ein hohes Gewicht auf (wegen der für Dämmstoffe vergleichsweise hohen Rohdichte des Kieselsäure-Kerns von ca. 200 kg/m³) und erschweren ein sorgfältiges Handling.

6.2.7 Transport und Einbau

Vorfabrizierte Bauteile müssen so konstruiert sein, dass die integrierten VIP vor Beschädigungen geschützt sind. Insbesondere müssen die Kanten der VIP für den Transport, die Lagerung und die Montage ausreichend gesichert sein. Damit VIP nicht durch Befestigung anderer Bauteile beschädigt werden, sind alle am Bau Beteiligten rechtzeitig zu informieren und der Bauablauf eng abzustimmen. Bei bisherigen Demonstrationsobjekten war das Handling der ungeschützten Paneele, vor allem beim Transport von der Palette über das Gerüst bis zum Einbauort problematisch [13]. In [14] werden kleinere Packmengen oder ein zusätzlicher mechanischer Schutz der VIP empfohlen. Nochmals ist darauf hinzuweisen, dass sowohl vorfabrizierte Systeme wie auch Systeme mit ungeschützten VIP so zu montieren sind, dass die Fugen zwischen den einzelnen Elementen umlaufend fehlerstellenfrei dauerhaft dampfdiffusionshemmend ausgeführt werden.

6.2.8 Vorbereitung der Arbeitsflächen

VIP sollten ausschließlich auf ebenen und gereinigten Oberflächen sorgfältig angebracht werden. Um das Risiko einer Beschädigung der VIP-Hülle zu reduzieren, müssen scharfkantige Unebenheiten und Überstände zuvor entfernt werden.

6.2.9 Randbedingungen beim Einbau

Beim Einbau ist auf entsprechend trockene Materialien und bei der Montage im Außenbereich auf trockene Witterung zu achten. Bei dampfdichten umgebenden Sperrschichten (z. B. Dachterrasse) können schon geringe Mengen an Wasser zu einem dauerhaft erhöhten Dampfdruck in der gesamten Konstruktion führen, was langfristig die Dämmfähigkeit der VIP beeinträchtigen könnte [1].

6.2.10 Montage der VIP

Die Arbeiten mit VIP auf der Baustelle müssen sorgfältig mit den anderen Gewerken koordiniert werden (Arbeitsablauf und Zeitplan). Vor allem die offene Montage von VIP in Bodenkonstruktionen erfordert ein sorgfältiges Vorgehen nach folgendem Ablauf:

- Säubern des Untergrundes,
- Verlegen einer Schutzmatte,
- Einbringen der VIP,
- sofortiges Verlegen einer erneuten Schutzmatte.

Von Vorteil ist, wenn die obere Schutzmatte aus konventionellen Dämmplatten, z. B. 8 mm Holzfaserplatten, besteht. So werden vorhandene Fugen abgedeckt und der gedämmte Bereich wieder begehbar. In Arbeitspausen (Mittag, Nacht) besteht das Risiko, dass die VIP betreten werden oder Gegenstände auf die VIP fallen. Selbst wenn mit Socken gearbeitet wird, können scharfkantige Kleingegenstände an ihnen haften und das VIP sofort belüften. Schon ein Korn einer Perlite-Schüttung kann zum Versagen eines ungeschützten VIP führen. Weiterhin sollten die Siegelnähte der VIP nicht bewegt werden. Durch mehrfaches Hin- und Herbewegen könnte das Laminat in seinem inneren Aufbau verletzt werden, so dass geringe Undichtigkeiten entstehen. Die Paneele sind dann beim Einbau zwar noch in Ordnung, aber möglicherweise schon nach wenigen Monaten belüftet.

6.2.11 Abnahme der VIP

Der Erfahrungsschatz beim Einsatz von VIP liegt in Deutschland bei mittlerweile 10 Jahren. Lag anfänglich der Anteil an belüfteten VIP im einstelligen Prozentbereich, so ist der derzeitige Anteil in den Promillebereich gesunken [17]. Dies ist zum einen auf eine erhöhte Qualitätssicherung bei der Herstellung und zum anderen auf einen qualifizierten Einbau auf der Baustelle zurückzuführen. Da schon bei Minimalbeschädigung der Hüllfolie das VIP schleichend belüftet wird, sollte nach Meinung des Verfassers zusätzlich die Funktionstauglichkeit der VIP sowohl direkt nach Einbau als auch nach ein bis zwei Jahren überprüft werden. Denkbar sind vertraglich zu vereinbarende Abnahmemessungen durch den Hersteller und/oder den Verarbeiter, je nach Einbausituation in Form von Innendruckmessungen oder Thermografieaufnahmen.

6.2.12 Sensibilisierung des Nutzers

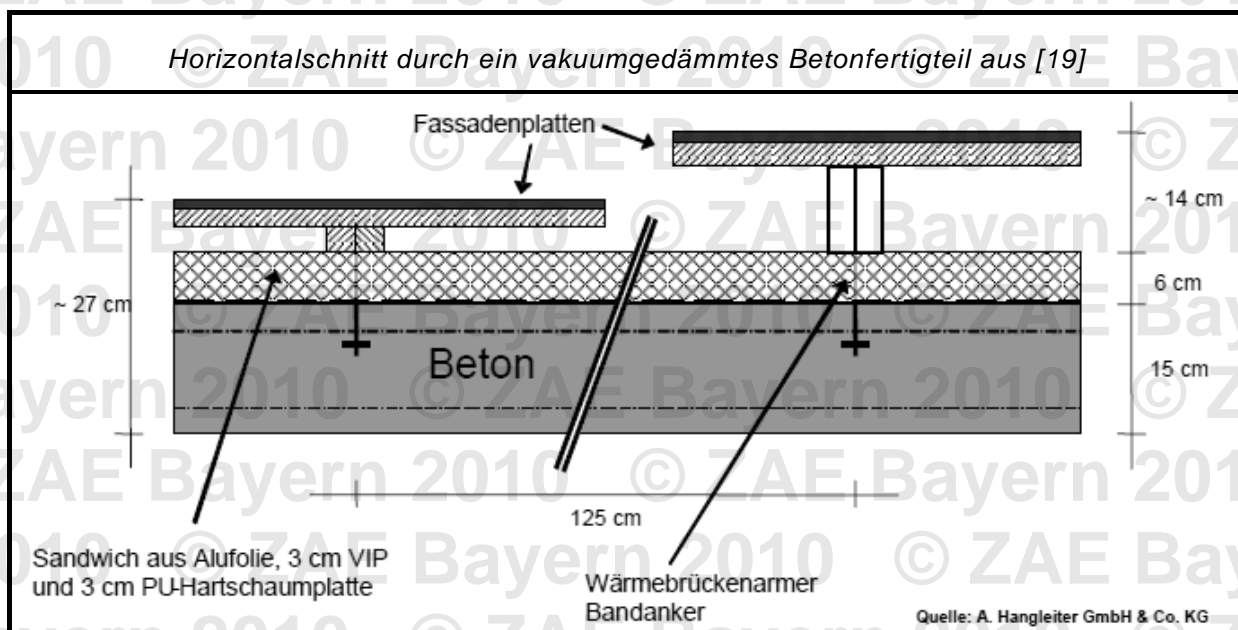
Auch in der Nutzungsphase des Gebäudes muss sichergestellt werden, dass Beschädigungen der VIP durch Befestigungen wie Möbel, Leuchten und Bilder vermieden werden. Grundsätzlich sollten Konstruktionen mit raumseitigen VIP so geplant werden, dass sie in geeigneter Weise von schützenden Materialschichten so umgeben sind, dass die Wohnung uneingeschränkt nutzbar ist. Sollte dies baukonstruktiv nicht möglich sein, müssen die Nutzer frühzeitig sensibilisiert und in die Entscheidungsfindung alternativer Möglichkeiten mit einbezogen werden.

6.3 Konstruktionsbeispiele

6.3.1 Neubau

Betonfertigteile:

Betonfertigteile gewinnen in Hinblick auf die steigenden technischen und bauphysikalischen Anforderungen zunehmend an Bedeutung [15] und [16]. Sie bieten als Tragschale für VIP ideale Voraussetzungen, da sie industriell und vollständig im Werk vorgefertigt werden. Sandwichkonstruktionen aus Beton und VIP sind robust und vielseitig einsetzbar. Beispielsweise entwickelte die A. Hangleiter GmbH & Co. KG nachstehende hinterlüftete Stahlbetonfertigteiltwand mit integrierten VIP.



Die Dämmschicht besteht aus einer 3 [cm] starken, vlieskaschierten PU Hartschaumplatte, einem 3 [cm] starken VIP und einer Alufolie als dampfdiffusionshemmender Schicht. An wärmeschutztechnisch optimierten Gewebeankern, die in den Stoßfugen der Dämmung angeordnet sind, wird das Tragprofil als Unterkonstruktion der Fassade befestigt [19]. So ist das Beschädigungspotential bei der Fassadenmontage reduziert.

Ziegel- Mauerwerkskonstruktion:

Ziegel- und Mauerwerkskonstruktionen bieten mit Abstand den größten Marktanteil unter allen Wandbaustoffen. So verzeichnet der Mauerziegel bundesweit einen Marktanteil am aufgehenden Mauerwerk von rund 40 %, im Freistaat Bayern sogar über 70 % [20]. Aufgrund der feinen Poren- und Kapillarstruktur sowie einer optimierten Lochung erreichen hochwärmedämmende Ziegel nach bauaufsichtlichen Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik Wärmeleitfähigkeiten von bis zu $0,07 \text{ [W m}^{-1}\text{K}^{-1}]$ (z. B. Nr. Z 17.1-983). Durch Kombination mit VIP als Zwischenschicht oder mit VIP in den Kammern sollen für durchschnittliche, 36,5 [cm] dicke, Außenwände theoretisch U-Werte von bis zu $0,10 \text{ [W m}^{-2}\text{K}^{-1}]$ erzielbar sein.

Beispiel eines Ziegels mit VIP als Zwischenschicht aus[21].



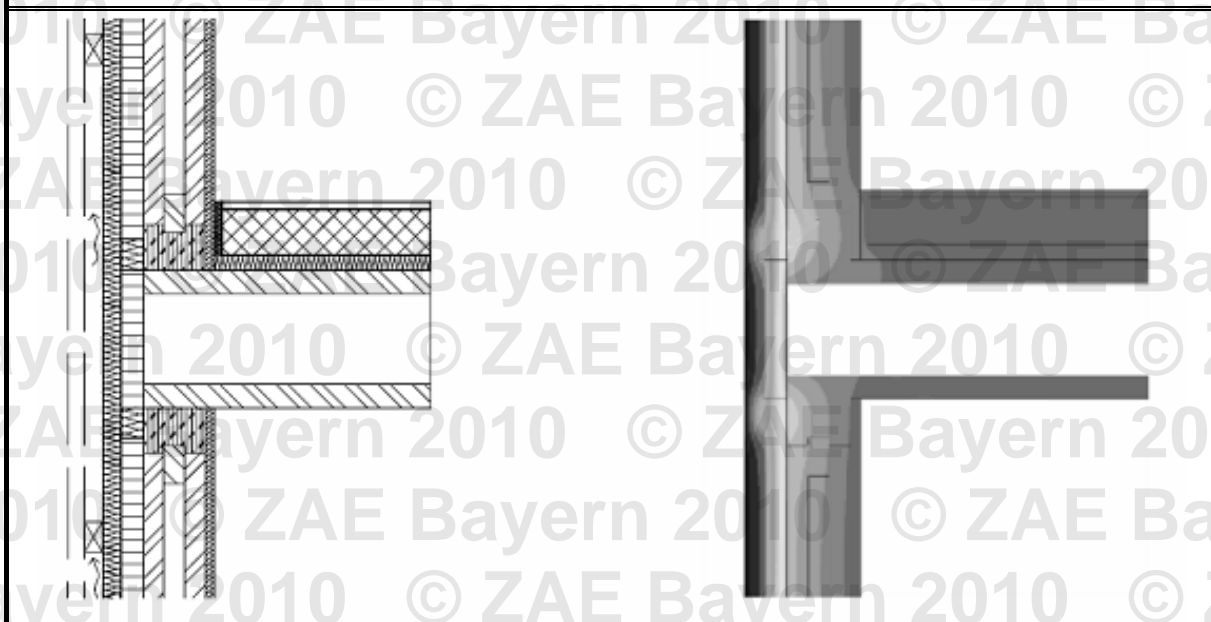
Holzbausystem:

In vorfabrizierten Fassadenelementen aus Holz kann ebenfalls VIP als effiziente Wärmedämmung eingesetzt werden. Die Vorfertigung findet mit hoher Maßgenauigkeit und unter kontrollierten Bedingungen im Werk statt. Bei entsprechender Planung kann auf teure Passtücke und Toleranzzonen, die vor Ort mit konventionellem Dämmstoff ausgefüllt werden müssten, verzichtet werden. Grundsätzlich muss bei diesen Systemen auf eine dampfdichte

Ausbildung der Elementfugen geachtet werden, um Kondensatbildung zu vermeiden. Nach Möglichkeit sollte bei der Planung und Konstruktion auf die Austauschbarkeit einzelner VIP oder Teile der Fassade geachtet werden. Nachfolgend wird exemplarisch ein Holzbausystem mit integrierten VIP vorgestellt, welches für ein Mehrfamilienwohnhaus entwickelt wurde.

Die hinterlüftete Wandkonstruktion zeichnet sich durch eine schlanke Aufbau-tiefe von insgesamt 19 [cm] bei 3 [cm] dicken VIP aus. An der EMPA erfolgten im Zuge des Annex 39 [1] detaillierte bauphysikalische Untersuchungen zu diesem System. Unter Berücksichtigung der Lattung zwischen den VIP weist die Konstruktion im ungestörten Wandbereich einen U-Wert von $0,23 [W m^{-2}K^{-1}]$ auf. Die Stoßfuge der einzelnen Holzbauelemente wurde hinsichtlich ihrer Wärmebrückenwirkung als unproblematisch eingestuft. Weiterhin zeigten die Untersuchungen, dass im Bereich der Lattung zwischen den VIP die raumseitige Oberflächentemperatur nur um $0,3 [K]$ niedriger als im ungestörten Bereich ist. Nachfolgend ist ein Vertikalschnitt durch das Deckenaufleger mit den Ergebnissen der dreidimensionalen Wärmebrücken-berechnung angegeben:

Vertikalschnitt durch das Deckenaufleger aus [1].



Holztafelement:

Außenwände in Holztafelbauweise mit VIP als nicht hinterlüftete Kerndämmung weisen einen wärmeschutztechnisch optimierten Aufbau auf. Zusätzlich wird das VIP durch seine Anordnung im Kern vor üblichen mechanischen Belastungen geschützt.

Tür:

Türen sind relativ dünnwandige Elemente, lassen keine großen Dämmstoffdicken zu und stellen folglich thermische Schwachstellen im Gebäudekonzept dar. Durch den Einsatz von VIP lassen sich hochwertige, gut dämmende Türelemente herstellen. Auf diese Weise lässt sich der U-Wert einer Haustür bei vorgegebener Türblattstärke mehr als halbieren, was insbesondere für Häuser im Passivhausstandard gefordert ist. Derartige Türen sind beispielsweise als Außen- und Funktionstüren von der Firma Variotec erhältlich [26].

Pfosten-Riegel-Konstruktion:

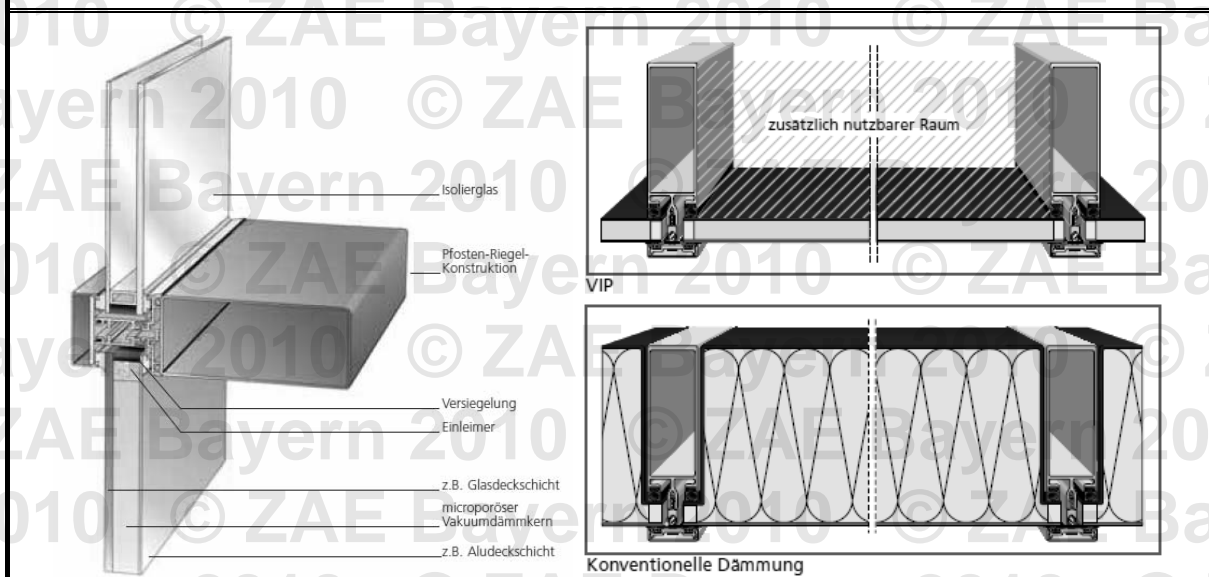
Pfosten-Riegel-Konstruktionen werden als vorgehängte Fassaden meist im Nichtwohnungsbau eingesetzt. Wie ein Vorhang werden die mit Dichtungsprofilen versehenen Pfosten und Riegel vor die tragende Konstruktion gehängt und miteinander verbunden. Nach Montage der Profile werden die transparenten oder opaken Ausfachungen von außen eingesetzt und mit abdichtenden Leisten angepresst. Opake Elemente werden sowohl im Brüstungsbereich als auch teilweise über die gesamte Geschosshöhe eingesetzt und bestehen nach [22] aus folgenden Funktionsschichten:

- innere Deckschicht:
z. B. Stahl-, Aluminiumblech, Kunststoff, Holzwerkstoffplatte;
- Wärmedämmung (ggf. mit Dampfsperre):
z. B. PUR/PIR-Hartschaum, Mineralfaser, VIP;
- äußere Deckschicht:
z. B. Glas, Aluminiumblech, Kunststoff, Holzwerkstoffplatte.

Um die opaken Elemente mit Isolierglas kombinieren zu können, sollten die Bauteildicken beider Systeme möglichst gleich sein. Der erzielbare U-Wert von Fassadenkonstruktionen hängt grundsätzlich von der Randausbildung des Paneels, der Wärmeleitfähigkeit der Deckschichten, der Paneelgröße sowie von den thermischen Eigenschaften der Tragkonstruktion ab. Um konventionelle Wärmedämmung in entsprechender Dicke zu integrieren, werden als innere Deckschichten gekantete Bleche eingesetzt. Die Art und Tiefe der Umkantung beeinflusst maßgeblich den Wärmeverlust über die Ränder.

Durch den Einsatz von VIP muss die innere Deckschicht nicht mehr gekantet werden, so dass bei einer sehr geringen Dicke U-Werte des gesamten Paneels von bis zu $0,18 \text{ [W m}^{-2}\text{K}^{-1}]$ erzielt werden können. Aufgrund der gleichen Einspannstärke wie bei Isoliergläsern kann das fertige Element mit integriertem VIP in alle gängigen Fenster- und Türsysteme wie ein Glaselement eingesetzt werden. Derzeitige Hersteller beziehungsweise Händler von Fassadenelementen mit integrierten VIP sind z. B. Schüco, Boetker, Linzmeier, Esco, Jansen und Pohl.

Detail einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit VIP aus [23] und [24]



In [22] werden einige Vor- und Nachteile verschiedener Dämmstoffe für den Einsatz in Fassadenpaneelen tabellarisch gegenüber gestellt. Die Vorteile von Paneelen mit VIP sind in [18] zusammengefasst und lauten:

- maximale Wärmedämmung bei minimaler Einbautiefe,
- geringer Platzverbrauch schafft zusätzlichen Innenraum,
- einfache Installierbarkeit durch geringes Gewicht,
- niedrige Transportkosten durch geringes Volumen,
- Beschädigungspotential der VIP minimiert,
- brandschutztechnisch optimiert,
- verhältnismäßig niedrige Produktionskosten.

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS):

WDVS werden derzeit in großem Umfang in Neubauten und bei der Altbau- sanierungen eingesetzt. In [27] wurde untersucht, wie VIP in WDVS integriert werden können. Bei der Anwendung eines VIP-integrierten WDVS muss vorab ein Fassadenplan erstellt werden.

In einem ersten Projekt wurden im Jahr 2000 1,5 [cm] dicke VIP mit PVC- Schienen und 3,5 [cm] dicken XPS-Platten als Putzträger an der Wand befestigt. Die VIP wurden jeweils mit einem Klebepunkt fixiert. Später folgten Systeme, bei denen die VIP gegenüber Beschädigungen im Bauablauf deutlich besser geschützt sind. Hierzu wird das VIP beidseitig mit EPS kaschiert, wobei die EPS-Frontplatte eine Nut für das Schienensystem aufweist. Während der Wärmebrückeneffekt bei direkt gestoßenen VIP typischerweise etwa 5% ausmacht, ist bei dem Schienensystem mit einer Erhöhung des effektiven Wärmedurchgangs von etwa 10% zu rechnen. Werden beidseitig mit Polystyrolschichten kaschierte VIP direkt auf den Untergrund verklebt, so können die VIP fugenlos im Stoßverbund mit minimalen Wärmebrückeneffekten ausgeführt werden.

Beidseitig EPS kaschiertes VIP aus[27].



Eine weitere Möglichkeit, VIP in WDVS zu integrieren, bietet das relativ einfach zu realisierende Einschäumen des VIP in Polystyrol. Der umseitige, meist 2,0 [cm] dicke Polystyrolmantel bietet ausreichenden Schutz bei der Verarbeitung. Um Fugenabzeichnungen und Wärmebrückeneffekte zu minimieren, wird meist zu Ungunsten der Gesamtaufbaudicke eine zweite Dämmstofflage aus EPS aufgebracht.

Dämmung von Dachterrassen und begehbaren Flachdächern:

Besonders bei Dachterrassen führt der Einsatz konventioneller Dämmstoffe zu einer großen Stufe nach außen. Eine Konstruktion mit VIP ermöglicht hingegen einen ebenen Austritt bei gleichbleibender energetischer und wärmebrückenfreier Qualität. Sie beeinträchtigen weder Architektur noch Funktionalität. Gegen Beschädigungen werden die VIP auf eine dünne Schutzschicht, beispielsweise aus Polystyrol, gelegt. Ein entsprechendes Konstruktionsbeispiel ist unter Ziffer 6.4 gegeben und nachfolgend im Modell dargestellt:

Fenstertür mit niveaugleichem Dachaustritt aus [26].



6.3.2 Altbau

Anders als beim Neubau, in dem gewünschte Dämmstoffdicken eingeplant und daher meist frei festgelegt werden können, liegen bei der energetischen Gebäudesanierung die geometrischen Randbedingungen meist vor. Die maximale Dämmstoffdicke ist jedoch häufig durch Grenzabstände oder anschließende Bauteile festgelegt. VIP bieten hier die Möglichkeit, trotz beengter Platzverhältnisse als Problemlöser hohe Ansprüche an den Wärmeschutz zu erfüllen.

Fußbodensanierung [25]:

Bei Altbauten bietet die Fußbodendämmung im Erdgeschoss ein geeignetes Anwendungsgebiet für VIP. Oftmals besteht dort das Problem, dass die erforderlichen Dämmstoffdicken durch die gesetzlich geforderten Mindestraumhöhen ausgeschlossen sind. Bei einer Sanierung kann VIP mit Einbaudicken von 1,0 bis 2,0 [cm] unter dem neu einzubringenden Estrich die gesetzliche Anforderung der EnEV problemlos erreichen, ohne den bestehen-

den Gesamtquerschnitt des alten Fußbodens zu erhöhen. Müssten bei konventionellen Dämmstoffen alle Treppen und Türstürze angepasst werden, lägen die Sanierungskosten weit über denen mit VIP. Durch Kombination eines Trockenestrichs mit VIP kann die energetische Qualität gegenüber konventioneller Estrichdämmung mit Einbaudicken von 1,0 bis 2,0 [cm] verfünffacht bis verzehnfacht werden, ohne den Wohnraum und dessen Qualität einzuschränken.

Dämmung von Laibungen, Stürzen und Rollladenkästen [25]:

Bestehende Gebäude weisen mitunter kleine Fenstergeometrien auf. Zur Erzielung eines zeitgemäßen Dämmstandards sind massive und aufwändige Änderungen der Fensteröffnungen erforderlich, die meist aus finanziellen und bautechnischen Gründen nicht realisiert werden können. Wurden beispielsweise alte Fenster in einer ungedämmten Fassade erneuert, so kann die Fassadenaußenfläche je nach Anforderung mit 15,0 bis 20,0 [cm] WDVS energetisch ertüchtigt werden. Da die Rahmenüberdämmung meist nur eine Gesamtdämmstoffdicke von rund 3,0 [cm] zulässt, stellt die Fensterlaibung die Schwachstelle dar. VIP können in diesem Fall ohne größere Eingriffe in den Gebäudebestand integriert werden, ohne dass bestehende Fenster ausgetauscht werden müssen.

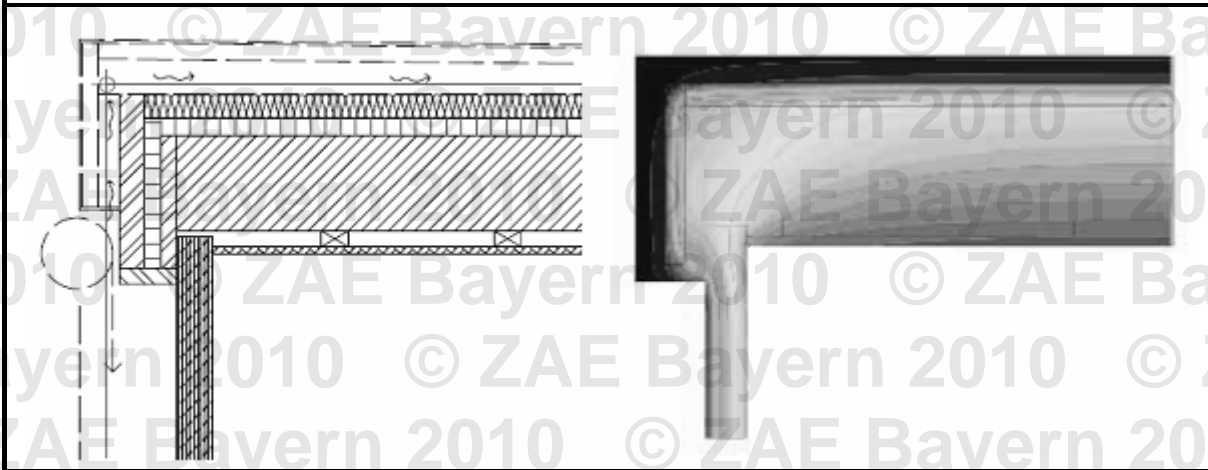
Rollladenkastendämmung und Detailanschluss Fensterlaibung mit VIP aus [26].



Dachgaube (Lukarne):

Bei Modernisierungsmaßnahmen bestehender Gebäude erfolgt häufig ein Dachausbau, um zusätzlichen Wohnraum zu schaffen. Eine Lukarne bietet hier die Möglichkeit, sowohl die räumliche Situation als auch die Belichtung zu verbessern. Dank VIP können schlanke Konstruktionen realisiert werden. Nachfolgende Abbildung zeigt das Detail einer vorgefertigten Lukarne, die als fertiges Element auf den vorbereiteten Dachausschnitt aufgesetzt wird.

Vertikalschnitt durch den oberen Fensteranschluss der Lukarne aus [1].





Durch den zweischaligen lastabtragenden Aufbau der Konstruktion kann auf eine Lattung zwischen den VIP verzichtet werden. Hierdurch werden die Wärmeverluste weiter verringert. Bei der Montage des Sonnenschutzes sowie dessen Führungen muss darauf geachtet werden, dass die angrenzenden VIP nicht durch Befestigungsschrauben belüftet werden. Während einer sommerlichen Hitzeperiode sollten die Oberflächentemperaturen der VIP begrenzt werden. Hierzu ist eine Zusatzdämmung, z. B. Holz-Weichfaserplatte, außen-seitig auf das VIP anzuordnen. Um das Fenster von den Bewegungen des Daches zu entkoppeln, ist zwischen der tragenden Dachschicht und dem Elementrahmen eine Dehnfuge vorzusehen. Diese ist nach [1] über geeignete Folien dampfdicht auszubilden.

6.4 Bauteildatenblätter

Nachfolgend werden in Form von Datenblätter aus [28] exemplarische Bauteilkonstruktionen mit VIP aufgeführt. Die insgesamt sieben Datenblätter beinhalten neben einer Skizze der Anschlusssituation Angaben zum Bauteilaufbau, eine Beschreibung zum Einsatzgebiet und, falls vorhanden, einige Anmerkungen zur Konstruktion. Betrachtet wurden:

- Betonfertigteil mit integrierten VIP,
- Außenwand in Holzbauweise mit integrierten VIP,
- Pfosten-Riegel-Konstruktion mit VIP,
VIP als Wärmedämmverbundsystem,
- Terrassenaufbau mit VIP,
- Fußbodenaufbau mit VIP,
- Außenwand mit VIP als Innendämmung.

6.4.1 Betonfertigteile mit Vakuumisolation

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
 <p>Quelle: Variotec</p>	 <p>Beton: 70 mm Glasfaser- anker Qasa Beton: 60 mm</p>

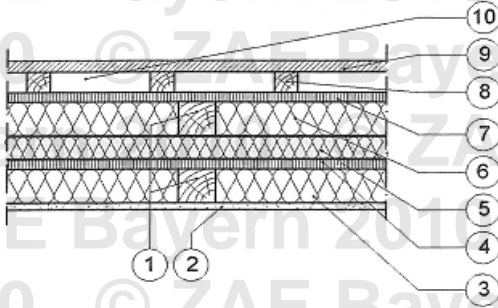
Beschreibung

Um die geforderten U-Werte von Niedrigenergie- und Passivhäusern zu erreichen, waren bisher Dämmstoffdicken von 30 - 40 cm und damit Wandstärken bis zu 60 cm erforderlich, was einerseits zum architektonisch sehr unattraktiven "Schießscharteneffekt" bei Fenstern und andererseits zu Wohnraumverlust bei fest vorgegebenen Außenabmessungen führte.

Zur Konstruktion

Beton-Sandwich-Konstruktionen sind großformatige Bauelemente bis 3 x 10 m entsprechend den Elementierungsplänen in der Sanierung oder im Neubau. Durch ihre Außenhüllschicht sind diese Konstruktionen für den rauen Baubetrieb ausgelegt und beinhalten alle befestigungstechnischen oder statisch notwendigen Funktionen, wie z. B. Durchdringungen, Leitungsführungen, Aufhängungen usw. Ein Element kann z. B. im Beton-Fertigteilwerk durch Glasfaseranker direkt in die beidseitigen Elementschalen eingegossen werden. Dabei sind Beschädigungen oder riskante Nachbearbeitungen ausgeschlossen.

6.4.2 Außenwand in Holzbauweise

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Holzständer 2 innenseitige Beplankung 3 Wärmedämmschicht 4 innenliegende Beplankung 5 VIP als Kerndämmung 6 Wärmedämmschicht 7 außenseitige Beplankung 8 Traglattung 9 Bekleidung 10 Hinterlüftung

Quelle: © Bauphysik - Kalender

Beschreibung

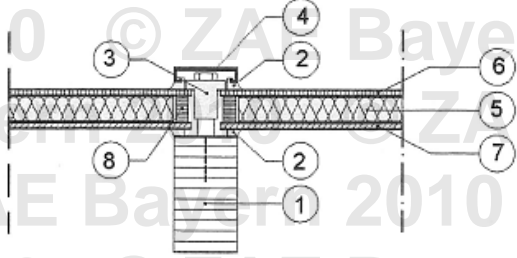
Außenwand in Holztafelbauweise mit VIP als Kerndämmung.

Zur Konstruktion

Die Außenwand weist einen deutlichen wärmebrückenreduzierten Aufbau auf, bei dem das VIP vor mechanischen Belastungen geschützt ist.

Die Stöße des VIP auf der "warmen" Seite sind im allgemeinen dampfdicht zu verkleben.

6.4.3 Fassade als Pfosten - Riegel - Konstruktion

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
 <p>Quelle: © Bauphysik - Kalender</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Pfosten 2 Preßleistendichtung 3 Befestigungselement 4 Abdeckleiste 5 VIP - Element 6 äußere Beplankung 7 innere Beplankung 8 wärmebrückenminimiertes Distanzprofil

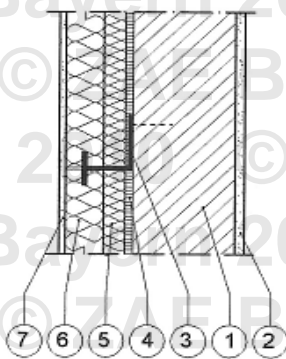
Beschreibung

Bevorzugte Anwendung von VIP im Bereich opaker Fassadenelemente.
 Durch die geringe Dicke dieser Fassadenelemente lassen sich hier dieselben Konstruktionselemente wie beim Einbau der transparenten raumabschließenden Elemente verwenden.
 Ein gegenseitiger Austausch ist zudem möglich.

Zur Konstruktion

Die Konstruktion übernimmt unterschiedliche Aufgaben:
 Statisch die Abtragung der Windlasten in die Pfosten-Riegel-Konstruktion
 Gewährleistung des Schlagregenschutzes
 Winterlicher Wärmeschutz
 Schallschutz
 sowie eine ästhetisch-gestalterische

6.4.4 Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
 <p style="text-align: center;">7 6 5 4 3 1 2</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Mauerwerk 2 Innenputz 3 angedübelt Kunststoffschiene 4 Klebschicht 5 VIP - Element 6 Wärmedämmschicht 7 armiertes Putzsystem

Quelle: © Bauphysik - Kalender

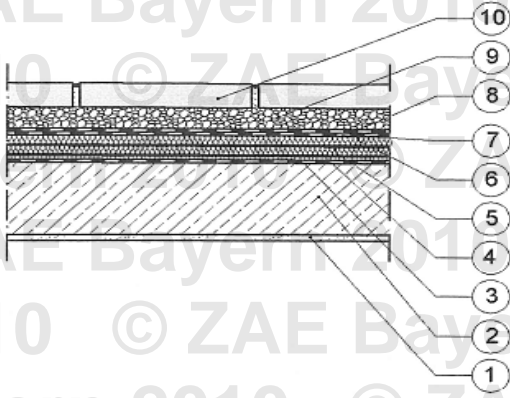
Beschreibung

Wärmedämmverbundsysteme zeichnen sich durch ein besonders gutes Kosten-Nutz-Verhältnis bei gleichzeitig geringer Bauteildicke aus.
Durch den Einsatz von VIP lässt sich die Bauteildicke bei konstantem U-Wert deutlich verringern.

Zur Konstruktion

Wärmedämmverbundsysteme mit Schienenbefestigung sind aus der Anwendung mit konventionellen Wärmedämmstoffen bekannt.
Auf die Klebschicht kann im obigen System auch verzichtet werden.
Während der Wärmebrückeneffekt bei direkt gestoßenen VIP typischerweise etwa 5 % ausmacht, ist bei dem Schienensystem mit einer Erhöhung des effektiven Wärmedurchgangs von etwa 10 % zu rechnen.

6.4.5 Begehbare Flachdächer (Loggien)

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Innenputz 2 Massivdecke 3 Dampfsperre 4 Schaumfolie 5 VIP 6 Schutzschicht aus Steinwolle 7 Abdichtung 8 Vlies 9 Splitt-Sand-Schicht 10 Plattenbelag

Quelle: © Bauphysik - Kalender

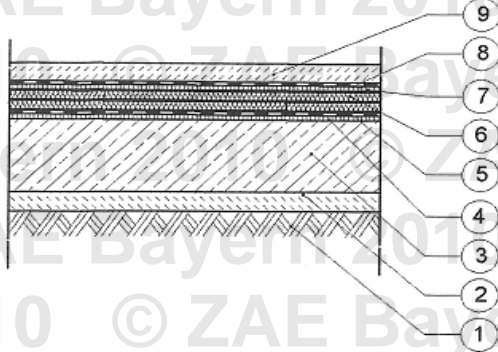
Beschreibung

Bei Loggien wird häufig ein möglichst niedriger Deckenaufbau gewünscht.

Zur Konstruktion

Die VIP werden konstruktionsbedingt vor mechanischer Belastung geschützt.
Im obigen Aufbau kommt es zudem zu einer sehr geringen Wärmebrückenwirkung.

6.4.6 Bodenaufbau

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Erdreich 2 Sauberkeitsschicht 3 Stahlbetonplatte 4 Abdichtung 5 Schutzmatte 6 VIP - Element 7 Schutzmatte 8 PE - Folie 9 Estrich

Quelle: © Bauphysik - Kalender

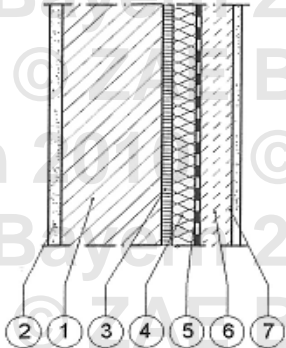
Beschreibung

Von besonderem Interesse ist der Einsatz von VIP als Bodendämmung.
Im Rahmen von Modernisierung und Umnutzung ist oft nur eine begrenzte Bauhöhe gegeben.

Zur Konstruktion

Aus Gründen des Trittschallschutzes sollte neben der Wärmedämmschicht noch eine zusätzliche Trittschalldämmschicht angeordnet werden.
Zudem ist eine geringe Wärmebrückenwirkung durch die versetzte Anordnung zu erwarten.

6.4.7 Außenwand mit Innendämmung

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Mauerwerk 2 Außenputz 3 Klebschicht 4 VIP-Element 5 Dampfsperre 6 gemauerte Innenschale bzw. Stahlprofil 7 Innenputz

Quelle: © Bauphysik - Kalender

Beschreibung

Bauphysikalisch und konstruktiv gesehen ist eine Innendämmung nur als Kompromiss zu sehen. Ist eine Außendämmung der Außenwand jedoch nicht möglich, bietet sich eine Innendämmung mit VIP schon allein aufgrund der geringen Dicke an.

Zur Konstruktion

Durch die Applikation der VIP lässt sich der U-Wert der dargestellten Konstruktion auf $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ senken.
Die einbindenden Bauteile sind wegen ihrer ansonsten ansteigenden Wärmebrückenwirkung je nach konstruktiver Gegebenheit in den Raum hinein ebenfalls zu dämmen.
Bereiche der Wand, in denen Elektroinstallationen anzubringen sind, werden mit konventionellen Dämmstoffen ausgeführt.
Wegen der geringen Resistenz von VIP gegenüber mechanischen Belastungen, sind diese raumseitig besonders zu schützen.

6.5 Ausgeführte Bauten mit VIP

Mittlerweile existiert eine Vielzahl von Neubauten und sanierten Altbauten mit integrierten VIP. Eine Auswahl von insgesamt 28 Gebäuden mit VIP wird nachfolgend dargestellt, sortiert nach:

- VIP als Fußbodendämmung,
- VIP zur Dämmung von Terrassen,
- VIP als Fassen- und Außenwanddämmung (Altbau),
- VIP als Fassaden- und Außenwanddämmung (Neubau),
- VIP in Pfosten-Riegel-Konstruktionen.

Neben einem Objektfoto sind Detailskizzen zur Einbausituation, eine Objektbeschreibung, eine Kurzbeschreibung der Maßnahme sowie grundsätzliche Bemerkungen zur Baumaßnahme angegeben. Die ausgewählten Objekte lauten in der Übersicht:

6.5.1 VIP als Fußbodendämmung

- 6.5.1.1 Turnhalle in Gemünde,
- 6.5.1.2 Gerichtsgebäude in Schaffhausen,
- 6.5.1.3 Passivhaus in Pettenbach;

6.5.2 VIP zur Dämmung von Terrassen

- 6.5.2.1 Mehrfamilienwohnhaus in Kerzers, Schweiz;

6.5.3 VIP als Fassaden- und Außenwanddämmung für Bestandsgebäude

- 6.5.3.1 Zweifamilienhaus in Nürnberg,
- 6.5.3.2 Mehrfamilienhaus in Basel,
- 6.5.3.3 Kirche in Wernfeld,

- 6.5.3.4 Mehrfamilienhaus in Zürich,
- 6.5.3.5 Wohnhaus in Hofheim,
- 6.5.3.6 Institutsgebäude in Würzburg,
- 6.5.3.7 Kindertagesstätte in Wismar,
- 6.5.3.8 Einfamilienhaus in Karlsruhe,
- 6.5.3.9 Reihenmittelhaus in München;

6.5.4 VIP als Fassaden- und Außenwanddämmung für Neubauten


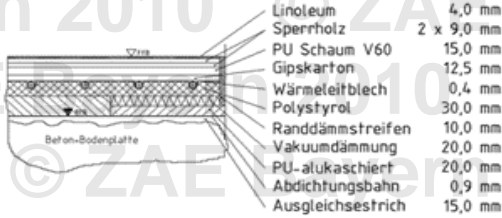
- 6.5.4.1 Krankenhaus in Erlenbach,
- 6.5.4.2 Demonstrationsbüro- und Wohngebäude in Ravensburg,
- 6.5.4.3 Einfamilienhaus in Landschlacht,
- 6.5.4.4 Passivwohnhäuser am Petrisberg, Trier,
- 6.5.4.5 Beispielgebäude der Fa. Schüco,
- 6.5.4.6 Schule in Minnesota,
- 6.5.4.7 Dienstleistungs- und Verwaltungshaus in Eberswalde,
- 6.5.4.8 Mehrfamilienwohnhaus in Oberösterreich,
- 6.5.4.9 "Sonnenschiff" in Freiburg,
- 6.5.4.10 Solar Decathlon Winner - Prototyp Wohnen 2015;

6.5.5 VIP an verschiedenen Stellen

- 6.5.5.1 Zweifamilienhaus in München (Außenwände, Dach, Türen),
- 6.5.5.2 Nullheizenergiehaus in Voggenthal
(Bodenplatte, Außenwände, Dach),
- 6.5.5.3 Wohn- und Geschäftshaus in München
(Außenwände, Dachterrasse),
- 6.5.5.4 Gemeindezentrum in Ulm (Außenwände, Fußboden),
- 6.5.5.5 Wohnhaus in Salzburg (Außenwände, Dach, Terrasse).

6.5.1.1 Dämmung unter einer Fußbodenheizung

Turnhalle, Gemeinde


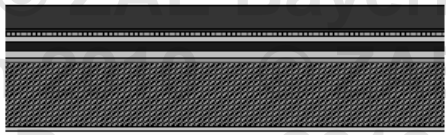








Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	 <ul style="list-style-type: none"> Linoleum 4,0 mm Sperrholz 2 x 9,0 mm PU Schaum V60 15,0 mm Gipskarton 12,5 mm Wärmeleitblech 0,4 mm Polystyrol 30,0 mm Randdämmstreifen 10,0 mm Vakuumdämmung 20,0 mm PU-alukaschiert 20,0 mm Abdichtungsbahn 0,9 mm Ausgleichsstrich 15,0 mm
<p>Ansicht des Fußbodens während des Einbaus Quelle: ZAE Bayern</p>	<p>Vertikalschnitt durch den Fußbodenaufbau</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Der Turnhallenfußboden war defekt und sollte bei der Sanierung mit einer Fußbodenheizung versehen werden. Die Aufbauhöhe des Bodens war begrenzt. Eine Teilfläche wurde daher mit VIP gedämmt. Es wurden VIPs der Größe 0,5 x 1,0 m² eingebaut und mit Klebestreifen verbunden. Bei gleicher Dämmschichtdicke von 7 cm beträgt der Wärmedurchlasskoeffizient im konventionell gedämmten Bereich 0,43 W/(m²K) und im vakuumgedämmten Bereich 0,15 W/(m²K).</p>	<p>Konstruktion: Ingenieurbüro Rosel, Würzburg</p> <p>Ansprechpartner: ZAE Bayern</p> <p>VIP-Lieferant: Wacker Chemie GmbH</p> <p>Ausführungszeitraum: 2001</p> <p>Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Durch die Begrenzung der Aufbauhöhe konnte ein Teil der Wärmedämmung durch VIP abgedeckt werden.</p>

6.5.1.2 Fussbodendämmung mit VIP

Sanierung des historischen Gerichtsgebäudes, Schaffhausen, Schweiz


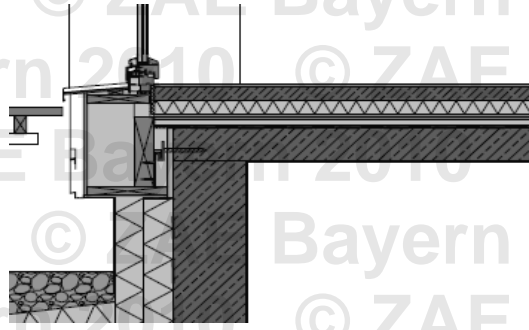
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	 <p>Aufbau von Innen nach Aussen</p> <ul style="list-style-type: none">  Unterlagsboden 40 mm (Anhydrit oder Maxit) (Bauseits)  PE Folie (Bauseits)  Ethafoam SD 5 mm (Extrudierter PE-Schaumstoff)  Vacucomp 15 mm (Extrudierter PE-Schaumstoff)  Ethafoam SD 5 mm (Extrudierter PE-Schaumstoff)  Dampfsperre 3 mm (Bauseits)  Stahlbeton 200 mm  Innenputz 10 mm
<p>Verlegung der Vakuumpaneele Quelle: Annex39</p>	<p>Typischer Bodenaufbau mit Vacupor® - VIP</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die Aufgabe bestand darin, einen unbeheizten Raum des im 17. Jahrhundert erbauten Gerichtsgebäudes in einen beheizten und somit nutzbaren Bereich umzuwandeln. Zwei Probleme gab es dabei zu lösen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dieser Teil des Gebäudes war bereits unterkellert. 2. Der Platz / die Höhe war limitiert, durch die Tatsache, dass es nicht möglich war neue Türen zu installieren. <p>Um eine akzeptable Dämmung des Bodens gegen den kalten Keller zu erreichen, ohne dabei zu viel Höhe im Aufbau zu erzeugen, war die einzige Lösung mit VIP zu dämmen.</p>	<p>Konstruktion: Mion-AG, Neuhausen am Rheinfall</p> <p>Ansprechpartner: Gregor Erbenich, Porextherm</p> <p>VIP-Lieferant: Porextherm Dämmstoffe GmbH</p> <p>Ausführungszeitraum: 2002</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Der Vorteil der EPS-ummantelten VIP ist die problemlose Handhabbarkeit auf der Baustelle. Jedoch fehlt bei einer vollständigen Umhüllung die Möglichkeit einer optischen Qualitätskontrolle.</p> <p>In dieser Baumaßnahme kam erschwerend hinzu, dass die alten Türen und Türrahmen historisch wertvoll waren und erhalten bleiben sollten. Bedingt durch die niedrige Höhe der Türrahmen war eine ausreichende konventionelle Dämmung nicht möglich.</p>

6.5.1.3 Dämmung der Bodenplatte mit VIP

Passivhaussanierung Einfamilienhaus, Pettenbach, Österreich


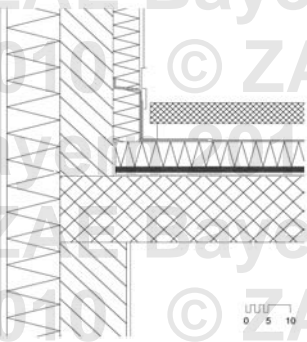
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Passivhaus Pettenbach nach der Sanierung Quelle: Porextherm / www.hausderzukunft.at</p>	<p>VIP als Fußbodendämmung</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Im Bodenaufbau konnte durch die Verwendung der Vakuumdämmung Vacupor® des Herstellers Porextherm trotz begrenzter Aufbauhöhe der hohe Dämmstandard erzielt werden. Die Wärmebrücken des bestehenden aufgehenden Mauerwerks wurden mit Hilfe einer rundum laufenden Schirmdämmung entschärft.</p> <p>Bodenaufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 cm Industriefparkett - 5 cm Estrich - 6 cm EPS Dämmung - 2 cm Vakuumdämmung - 0,5 cm Schaumfolie - 1 cm Nivelliermasse 	<p>Konstruktion: Ing. Werner u. Gabriele Schwarz</p> <p>Ansprechpartner: Ing. Günter Lang, Lang consulting</p> <p>VIP-Lieferant: Porextherm</p> <p>Ausführungszeitraum: 2005</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Der maximale Einsatz nachwachsender Rohstoffe und die Sanierung des Altbaus statt Abriss und Neubau reduzierte außerdem um 80% den Verbrauch an nicht nachwachsenden Rohstoffen und den Einsatz an grauer Energie. Der konsequente Umbau zum Passivhaus hat gegenüber einer konventionellen Sanierung 16% und der Einsatz ökologischer Maßnahmen 11% Mehrkosten verursacht. Auf Grund der dramatisch reduzierten Energiekosten, die zu erwartenden Heizkostensteigerungen und die höchsten Förderungen macht sich die konsequente Sanierung für die Bauherren jedoch innerhalb weniger Jahre bezahlt.</p>

6.5.2.1 Terrassendämmung in einer Neubausiedlung

Mehrfamilienhaus, Kerzers, Schweiz


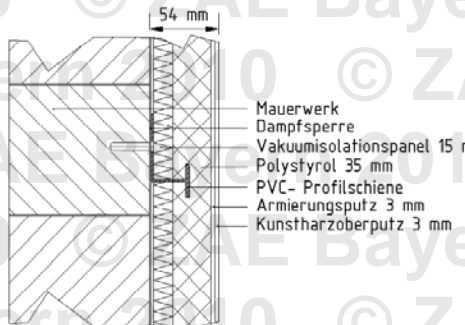
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht des Hauses Quelle: Annex39</p>	<p>Vertikalschnitt Anschluß an Brüstung</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Sämtliche Terrassen-Fenster eines Gebäudes in einer Neubausiedlung wurden zu gross geliefert, sodass die vorgesehene Terrassendämmung (Polyurethan) von 12 cm nicht eingebracht werden konnte. Da man sich die Kosten einer erneuten Fensterproduktion ersparen wollte, die geplanten Wärmedämmwerte jedoch eingehalten werden mussten, wurde die Anwendung von VIP geprüft und schliesslich beschlossen. Zusätzlich wurde eine 60 mm dicke Dämmschicht eingebracht.</p>	<p>Konstruktion: 3-D Architekten AG</p> <p>Ansprechpartner: 3-D Architekten AG</p> <p>VIP-Lieferant: -</p> <p>Ausführungszeitraum: 2003</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Vom VIP-Lieferanten wurde ein exakter Verlegeplan erstellt, damit die Randanschlüsse ohne dämmreduzierende Passtücke aus konventionellen Dämmmaterialien ausgeführt werden konnten. Die Vordachstützen durchdringen die Dämmschicht, was zu punktuellen Schwachstellen führt. Es wird davon ausgegangen, dass dadurch keine Kondensat an den Deckeninnenseiten entsteht, da auf der Innenseite durch die Betondecke ein guter Wärmezufluss gewährleistet ist.</p> <p>Im vorliegenden Fall sorgen die zusätzlichen 60 mm Dämmmaterial dafür, dass im Versagensfall ein genügend guter Wärmeschutz vorhanden ist, um das Kondensatrisiko zu minimieren. Der U-Wert der Konstruktion beträgt bei einem Ausfall des Vakuums 0,29 W/(m²K).</p>

6.5.3.1 Kompaktfassade mit Schienensystem

Modernisierung eines Zweifamilienhauses, Nürnberg

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht des Hauses nach der Sanierung Quelle: ZAE Bayern</p>	<p>Vertikalschnitt durch den Wandaufbau</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>1,5 cm dicke VIP (Größe 0,5 x 0,5) wurden mit PVC-Schienen und einer Abdeckung aus Polystyrol an der Wand befestigt. Die PVC-Schienen ermöglichen eine unproblematische Montage ohne wesentliche Wärmebrücken.</p>	<p>Konstruktion: Schnös Trockenbau, Knetzgau, Deutschland</p> <p>Ansprechpartner: Schnös Trockenbau, Knetzgau, Deutschland</p> <p>VIP-Lieferant: WACKER CHEMIE, Kempten</p> <p>Ausführungszeitraum: November 2000</p> <p>Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Der U-Wert der Wand verbessert sich von vorher 0,6 - 0,75 W/(m²K) auf 0,19 W/(m²K).</p> <p>Zu den Wärmebrückeneffekten: Typischerweise ergibt sich bei direkt gestoßenen Paneelen (in der verwendeten relativ kleinen Größe) aufgrund der Stöße eine Erhöhung um etwa 5%, bei dem Schienensystem eine um etwa 10%, also 5% mehr.</p>

6.5.3.2 Brüstungsdämmung in einem Fensterelement

Mehrfamilienhaus, Basel, Schweiz


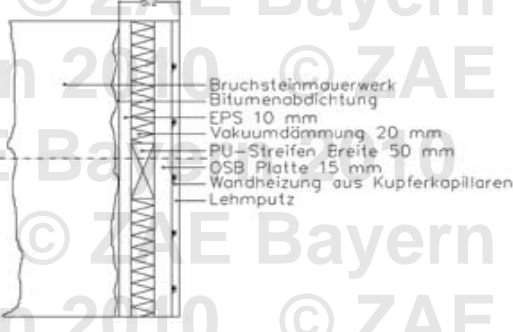
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht des Fensterelementes Quelle: Annex39</p>	<p>Vertikalschnitt durch ein Fassadenelement</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Eine Balkontür wurde durch ein Fensterelement ersetzt. Das VIP wurde mit leichtem Druck in die Konstruktion eingebracht. Die Brüstung wurde mit einer verschraubten Beplankung geschlossen. Für den Randbereich musste kein Füllmaterial verwendet werden. Es bestehen keine gravierenden Wärmebrücken.</p>	<p>Konstruktion: Franco Fregnan, Basel</p> <p>Ansprechpartner: Franco Fregnan, Basel</p> <p>VIP-Lieferant: ZZ Wancor</p> <p>Ausführungszeitraum: -</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Die Möglichkeit eines späteren Ersatzes sollte in den konstruktiven Entwurf mit einbezogen werden. VIP sollten eher zu klein als exakt bestellt werden. Beim passgenauen Einbau muss geeignetes Füllmaterial zur Verfügung stehen. Mit wenig Aufwand konnte ein innovatives Material eingesetzt werden und ein wärmetechnisches bzw. bauphysikalisches Problembauteil entschärft werden.</p>

6.5.3.3 Wandheizung in historischem Gebäude

Sanierung der Kirche, Wernfeld


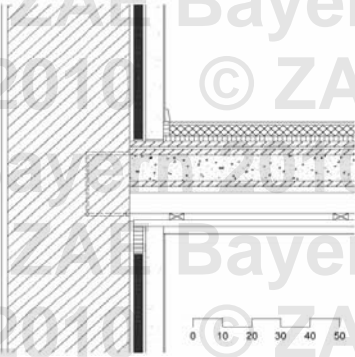
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Innenansicht der Kirche Quelle: ZAE Bayern</p>	<p>Querschnitt durch die Außenwand</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Aus denkmal-pflegerischen Gründen war eine konventionelle Dämmung nicht möglich. VIP wurden auf EPS-Platten mit Dispersionsmörtel aufgeklebt. Um das Eindringen von Raumluftfeuchte zu verhindern, wurden die Fugen innerseitig abgeklebt. Zwischen den VIP wurden PU-Streifen eingelegt. Die Heizschlangen wurden direkt auf OSB-Platten, die über die PU-Streifen angeschraubt wurden, aufgebracht und direkt mit Lehm verputzt.</p>	<p>Konstruktion: Architekturbüro Werner Haase</p> <p>Ansprechpartner: Werner Haase</p> <p>VIP-Lieferant: va-Q-tec AG, Würzburg</p> <p>Ausführungszeitraum: 2003</p> <p>Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Gerade unter denkmal-pflegerischen Gesichtspunkten macht sich VIP bezahlt. Oft kann bei Sanierungen eine dicke Dämmschicht nicht verwirklicht werden.</p>

6.5.3.4 Innendämmung bei einer Altbausanierung

Mehrfamilienhaus, Zürich, Schweiz

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht der Altstadtliegenschaft Quelle: © Annex39</p>	<p>Vertikalschnitt durch die Außenwand</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Als Grund für den Einsatz von VIP wurde die Platzersparnis angegeben. Zudem wurde ein hoher Dämmstandard, nämlich Passivhaus-Niveau anvisiert. Die VIP wurden fugenlos an bestehenden Putz geklebt. Zum Schutz wurde eine freistehende Gipswand aus Vollgipsplatten montiert.</p>	<p>Konstruktion: Viridén + Partner</p> <p>Ansprechpartner: Viridén + Partner</p> <p>VIP-Lieferant: ZZ Wancor</p> <p>Ausführungszeitraum: 2003</p> <p>Gefördert durch: Bundesamt für Energie</p>

Bemerkung
<p>Der Passivhausstandard wurde ästhetisch befriedigend gelöst. Viele Vorgänge erscheinen noch improvisiert (z.B. Fugenabdichtung). Es fehlt für den Einsatz von VIP als Innendämmung bei Sanierungen die Routine und Sicherheit.</p>

6.5.3.5 Außenwanddämmung mit VIP
Sanierung eines Wohnhauses; Hofheim

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht der Fassade Quelle: IWU</p>	

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die Elemente bestehen aus einer tragenden Schichtholzplatte (27 mm) auf der Altwandseite. Dann folgen eine Aluminium- und PU-Schutzschicht. Der Kern der Dämmelemente besteht aus der 40 mm dicken VIP. Eine 18 mm starke Furnierschichtholzplatte bildet den Abschluss. Eine Ausgleichsdämmung zwischen Element und Altwand verhindert Konvektionsströmungen. Die Elemente werden fertig mit bereits integrierten Fenstern angeliefert. Die Befestigung und die Einleitung der Lasten in die Altwand erfolgt über metallische Verbinder.</p>	<p>Konstruktion: IGRT, PDREI, Variotec, IWU, ift</p> <p>Ansprechpartner: M. Großklos, Institut Wohnen und Umwelt IWU</p> <p>VIP-Lieferant: Variotec Sandwichelemente GmbH</p> <p>Ausführungszeitraum: 2006</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung</p>

Bemerkung
<p>Nachträgliche Dämmungen mit anspruchsvollen Zielen nach KfW 40 sind oft von besonderen Schwierigkeiten geprägt. Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Verringerung der Abstände zu Gehwegen * Unterschreiten der Mindestabstände von Gebäuden * Überschreitung der Grenzbebauung zu Nachbargrundstücken * Verringerte Dachüberstände <p>Auch bei dem Hofheimer Gebäude war an den Straßenfassaden das energetische Ziel mit konventioneller Dämmung nicht zu erreichen.</p>

6.5.3.6 Vorgefertigte Fassadenelemente mit VIP
Fassadenpaneel mit Heizkörper, ZAE Würzburg

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Innenansicht des Klimapaneels mit Heizkörper Quelle: ZAE Bayern</p>	<p>Detail Paneel</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Es wurde ein schlankes Fassadenverbundsystem mit hinterlüftetem Heizkörper und Vakuumdämmung entwickelt. Das vorgestellte Wandelement besitzt bei einer geringen Dicke von nur 24 mm eine sehr gute Wärmedämmwirkung. Eingebaut sind zwei VIP der Größe 0,5 x 1,0 m².</p>	<p>Konstruktion: Metallbau Ralf Boetker GmbH, Stuhl</p> <p>Ansprechpartner: -</p> <p>VIP-Lieferant: ZAE Bayern, Würzburg</p> <p>Ausführungszeitraum: 2000</p> <p>Gefördert durch: Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU</p>

Bemerkung
<p>Obwohl der U-Wert im Zentrum nur 0,24 W/(m²K) beträgt, beträgt der effektive U-Wert inklusive Einfluss der seinerzeit üblichen Rahmenkonstruktion und des Einbaus ca. 1,00 W/(m²K). Der Wärmebrückeneffekt moderner Rahmenkonstruktionen dürfte deutlich geringer ausfallen.</p>

6.5.3.7 Fassadendämmung mit VIP

Kindertagesstätte Plappersnut, Wismar


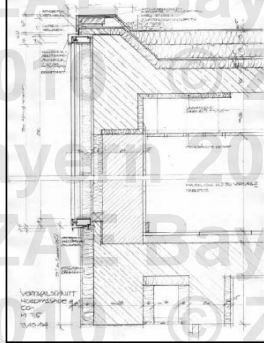
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Quelle: Institut für Gebäude+Energie+Licht Planung</p>	<p>Westl. Giebelwand - VIP in WDVS integriert</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Als Oberflächen zum Schutz der VIP kommen keramische Platten, Glasscheiben oder eine Kombination mit WDVS zum Einsatz. Zur Vermeidung der gegenseitigen Beschädigung während der Nutzungsdauer sind die VIP-Paneele innerhalb des Elementes untereinander durch ein elastisches Fugenmaterial mit geringer Wärmeleitfähigkeit voneinander getrennt. Die Seitenkanten des VIP-Sandwichelementes sind durch ein umlaufendes Dichtmaterial vor äußeren Einwirkungen geschützt. Gleichzeitig übernimmt dieses Dichtmaterial die Verklebung der äußeren und inneren Oberflächen und leitet die Eigenlast und Windlast an die Unterkonstruktion weiter.</p>	<p>Konstruktion: Institut für Gebäude + Energie + Licht Planung</p> <p>Ansprechpartner: Hansestadt Wismar</p> <p>VIP-Lieferant: Porextherm, Sto</p> <p>Ausführungszeitraum: 2004</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Die Unterkonstruktion selbst ist ein am Markt etabliertes System aus den Bereich der vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF), auf welches das VIP-Fassadelement aufgeklebt wird. Die durch die Notwendigkeit des Höhenausgleichs entstandene Ebene hinter den Fassadenelementen wird mit konventionellem Dämmstoff ausgefüllt.</p> <p>Bei Fassaden an denen ein geringerer Höhenausgleich notwendig ist, kann auf Befestigungsmöglichkeiten mit geringerer Tiefe zurückgegriffen werden.</p>

6.5.3.8 Dämmung der Gebäudehülle eines Reihenhauses mit VIP


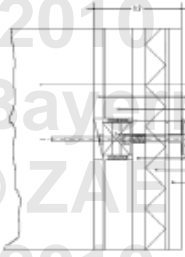
Einfamilienhaus mit Büro und Praxis, Karlsruhe

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht: mit Solarfassade mit Vakuumdämmung Quelle: Architekturbüro Reyelts, Karlsruhe</p>	<p>Detail Fassadenschnitt mit Kollektoren und Vakuumdämmung</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Rundumsanierung des Gebäudes. Dämmen der Sockelgeschosswände von außen mit 2 cm Vakuum-Isolationspaneelen. Flächenbündige Einbindung der bestehenden Holzfenster. Kaschiert mit 1 cm starken Purenothermplatten, Armierung und Rauhpuz, Wandstärke insgesamt 44 cm.</p> <p>Ziel: Durch die Dämmmaßnahme soll die Proportion des Gebäudes nicht verändert werden.</p>	<p>Konstruktion: Architekturbüro Reyelts, Karlsruhe</p> <p>Ansprechpartner: Architekturbüro Reyelts, Karlsruhe</p> <p>VIP-Lieferant: Bindel-Isolierungen, Waiblingen</p> <p>Ausführungszeitraum: 2004</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Der Endenergieverbrauch von 110.000 kWh wurde durch die Maßnahmen auf 6.400 kWh im Jahr gesenkt. Im Bereich von Dach und Fassade werden passivhaustaugliche Wärmedurchgangswerte erreicht. ($U = 0,14 - 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)</p> <p>Bei 5% Brennstoff-Preissteigerung pro Jahr rechnen sich die Modernisierungsmaßnahmen nach 10,7 Jahren.</p>

6.5.3.9 Dämmung der Gebäudehülle eines Reihenhauses mit VIP
Modernisierung eines Reihennittelhauses, München/Deutschland



Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	 <p> Mauerwerk 348 mm Trennschicht 18 mm Vakuumdämmung 30 mm Klebband einseitig Lattung Schichtholz 40/30 Hespensprofil, verzinkt 12x48 mm Vakuumdämmung 15 mm Holzwerkstoffbitumenart 22 mm Fernocell Bauplatte HD 15 mm </p>
<p>Ansichten Süden und Norden nach der Sanierung Quelle: Lichtblau Architekten, München</p>	<p>Schnitt Außenwand</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die Vakuumdämmung wurde eingesetzt, um einen optimalen Wärmeschutz bei schlankem Aufbau und geringem Konstruktionsgewicht zu erreichen. Wichtig war ein minimaler Fassadenvorsprung zu den unsanierten Nachbarhäusern. Die VIP ermöglichten eine schlanke Ergänzungsdämmung in Dachschrägen, Gauben und Kellerdecke. Der U-Wert beträgt 0,15 W/(m²K).</p>	<p>Konstruktion: Lichtblau Architekten, München</p> <p>Ansprechpartner: Florian Lichtblau</p> <p>VIP-Lieferant: Wacker-Chemie GmbH</p> <p>Ausführungszeitraum: 2001</p> <p>Gefördert durch: Bay. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Der Gesamtheizenergiebedarf wurde um den Faktor 10 reduziert.</p>

6.5.4.1 Dämmung in einer Pfosten - Riegel - Konstruktion

Krankenhaus, Erlenbach


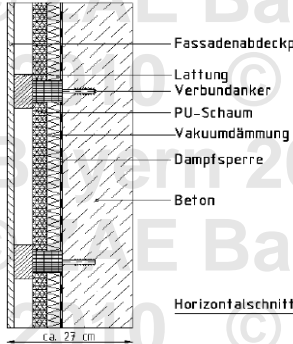
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht der Fassade Quelle: ZAE Bayern</p>	<p>Vertikalschnitt durch ein Fassadenelement</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>In einem konventionellen Pfosten-Riegel-System wurden 18 mm dicke VIP anstelle einer 7 cm dicken Dämmung eingebaut.</p>	<p>Konstruktion: GLASKEIL GmbH & Co. KG</p> <p>Ansprechpartner: Thomas Fiedler</p> <p>VIP-Lieferant: WACKER CERAMICS (Kempten) & va-Q-tec AG (Würzburg)</p> <p>Ausführungszeitraum: 2001</p> <p>Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Aufgrund der Wärmebrücken am Rand des vakuumgedämmten Fassadenelementes ergibt sich ein Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Vorteilhaft ist, dass die Elemente im Werk angefertigt werden und auf der Baustelle wie herkömmliche Isoliergläser eingebaut werden können.</p>

6.5.4.2 Außenwanddämmung mit VIP

Demonstrationsbüro- und wohngebäude, Ravensburg

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Valuumdämmplatten in Segmenten aufgeklebt Quelle: Albert Hangleiter GmbH</p>	<p>Horizontalschnitt durch die Außenwand</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die neu entwickelten Betonfertigelemente werden im Werk gegossen und mit jeweils 3 cm dicken VIP und PU-Hartschaumplatten versehen. Spezielle wärmebrückenarme Gewebeanker durchdringen die Dämmschicht und verbinden das Betonelement mit der Unterkonstruktion für die Fassade.</p>	<p>Konstruktion: Architekten Weinbrenner+Wingle, Nürtingen</p> <p>Ansprechpartner: Albert Hangleiter GmbH & Co. KG</p> <p>VIP-Lieferant: Wacker Chemie, Kempten</p> <p>Ausführungszeitraum: 2005</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Diese vorgefertigten Außenbauteile haben bei einer Gesamtdicke von 27 cm einen passivhaus-tauglichen mittleren U-Wert von 0,15 W/(m²K). Um überwiegend Standardformate der VIPs einsetzen zu können, wurde das Gebäude durchgehend horizontal und vertikal gerastert. Sämtliche Elemente und Öffnungen orientieren sich an diesem Raster. Dadurch konnten die Hauptflächen des Gebäudes mit lediglich drei VIP-Standardformate gedämmt werden.</p>

6.5.4.3 Vorgefertigte Beton-Fassadenelemente mit VIP

Neubau eines Einfamilienhauses, Landschlacht, Schweiz


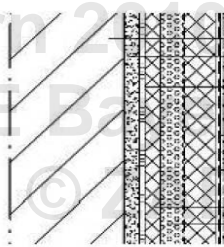
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Quelle: Studie "Rationelle Energienutzung in Gebäuden"</p>	<p>Schiebeelement als Sicht- und Sonnenschutz</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Im vorliegenden Projekt wurden acht Fassadenelemente als Warmfassade in NIKOLMULTIPLAC-Sandwichplatten ausgeführt. Die Sandwichplatten wurden vor einem Metallrahmen eingebaut. Auf der Innenseite erfolgte der Einbau einer sechs Zentimeter starken Mineralwollplatte, abgedeckt mit zwei Gipskartonplatten.</p>	<p>Konstruktion: Architekturbüro Consoni, Rorschach Ansprechpartner: eicher+pauli AG VIP-Lieferant: Microtherm N.V. Ausführungszeitraum: 2003 Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Nachdem die EMPA die Empfehlung publizierte, wonach das VIP wegen der Verstärkung des Wärmebrückeneffektes nicht direkt mit einer Metallbeplankung in Berührung stehen sollte, würde heute die Firma NIKOL eine zusätzliche PVC-Platte oder eine Flieseinlage auf beiden Seiten einbauen, um den direkten Kontakt der VIP mit dem Sandwichblech zu vermeiden. Zur Zeit der Detailplanung wurde ein besonderer Schutz des VIP im Sandwich nicht in Betracht gezogen. Die Fassade verfügt über geschosshohe, bewegliche Schiebladenelemente, die in Ruheposition vor den VIP-Sandwich-Elementen stehen. Die Fassadenelemente sind nicht ausserordentlich sonnenexponiert, da das auf beiden Seiten auskragende Obergeschoss auch zu Beschattungen führt. Die Temperatureinwirkung durch die auf das schwarz hinterlegte Glas auftreffende Sonne ist unklar. Einerseits bewirkt das Glas einen Schutz, andererseits führt die schwarze Farbe tendenziell zu einer Überwärmung. Die VIP sind in direktem Kontakt mit den Metallbeplankungen eingebaut und damit dem Einfluss von andauernd sich wiederholenden Temperaturschwankungen ausgesetzt, was zu Verschleisserscheinungen führen könnte. Zu diesen physikalischen Phänomenen wurden keine Berechnungen oder Simulationen durchgeführt.</p>

6.5.4.4 Kompaktfassade mit Schienensystem

Passivwohnhäuser am Petrisberg, Trier

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	 <ul style="list-style-type: none"> Wandkonstruktion Altputz Kiebmasse EPS – Daermstoffschicht Armierungsmoertel Sto-Glasfasergewebe Voranstrich (falls erforderlich) Schlussbeschichtung EPS-Schoelfolie VIP
<p>Ansicht des Passivhauses mit kaschierten VIP Quelle: Sto AG</p>	<p>Querschnitt durch den Wandaufbau</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Im Rahmen der Bauausstellung der Landesgartenschau Trier 2004 wurden zwölf Reihenhäuser mit innovativer Technik erstellt. Die Passivhäuser der Architekten Lamberty / Schmitz & Hoffmann wurden teilweise mit EPS-kaschierten VIP ausgeführt. Es handelt sich um 20 mm starke VIP, die front- und rückseitig mit Polystyrolschichten kaschiert sind. Dadurch können die VIP fugenlos im Stossverbund mit minimalen Wärmebrückeneffekten verlegt werden.</p>	<p>Konstruktion: Sto AG, Stühlingen</p> <p>Ansprechpartner: Sto AG, Stühlingen</p> <p>VIP-Lieferant: va-Q-tec AG</p> <p>Ausführungszeitraum: 2004</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Fördernummer 0327321 J</p>

Bemerkung
<p>Die schwarze Fassadenfläche wurde konventionell in 30 cm WDVS ausgeführt, um die Dickendifferenz zu der VIP-Fassade in rot zu demonstrieren.</p>

6.5.4.5 Fassadendämmung mit VIP
Beispielgebäude der Fa. Schüco

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Quelle: Schüco, SchücoTherm Paneele</p>	<p>Glaspaneel VacuTherm</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<ul style="list-style-type: none"> • Maximale Wärmedämmung bei minimaler Einbautiefe, • Einsatz in allen Fassaden- und Fenster-Systemen als Brüstungs- oder Füllungselement, • Mehr Raumnutzfläche durch geringe Bautiefe, • Individuelle Außengestaltung durch eine Vielfalt von Farben, Strukturen und Materialien, • Geprüfte Systemsicherheit: Fassade und Paneel in einem System, • Lieferung als geprüftes Schüco Fertigelement mit Prüfzeugnissen für Schallschutz und Wärmedämmung. 	<p>Konstruktion: Schüco</p> <p>Ansprechpartner: -</p> <p>VIP-Lieferant: Schüco</p> <p>Ausführungszeitraum: -</p> <p>Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Die Firma Schüco versichert bei VIP einem Schallschutz bis 42 dB. Das Paneel FireSafe W90 der Firma Schüco verbindet die wärmeschützenden Eigenschaften der Vakuumdämmung optimal mit dem Schutz vor vertikalem Feuerüberschlag.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhinderung des Feuerüberschlags im Brüstungsbereich über mindestens 1,0 Meter, • U-Wert des Paneels: bis 0,26 W/(m²K), • Schallschutz: bis 41 dB.

6.5.4.6 Fassadendämmung mit VIP

School Facility, Concordia College, Bemidji, Minnesota, USA

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Quelle: Intep</p>	<p>Ansicht VIP-Konstruktion (links Fassade, rechts Dach)</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Im Schulungszentrum kamen VIP der Firma Porextherm zum Einsatz. An Stellen, wo VIP nicht angewandt wurden, erhielten die Wände eine Aufschäumung mit wasserdampfsaktiviertem Sprühschaum sowie eine Beschichtung mit 20 cm Styropor. Diese Kombination erreicht den gleichen Isolationswert wie die VIP.</p>	<p>Konstruktion: Intep, München</p> <p>Ansprechpartner: Bemidji Area Chamber of Commerce</p> <p>VIP-Lieferant: Porextherm</p> <p>Ausführungszeitraum: 2005 - 2008</p> <p>Gefördert durch: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)</p>

Bemerkung
<p>Concordia Language Villages ließ das Waldsee BioHaus aus zweierlei Gründen bauen: um erstens gegenwärtige Architekturtrends in Deutschland anzuwenden und zweitens die Fähigkeit zu demonstrieren, ein energieeffizientes Gebäude unter Verwendung von heute erhältlichen Materialien zu bauen.</p>

6.5.4.7 Fassadendämmung mit VIP

Dienstleistungs- und Verwaltungszentrum Barnim, Paul-Wunderlich-Haus

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Quelle: EnOB, GAP mbH</p>	<p>Fassadenbau in Holztafelbauweise</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Der Neubau des Dienstleistungs- und Verwaltungszentrums Barnim schließt eine über einen Hektar große, im Krieg entstandene Lücke inmitten der historischen Altstadt von Eberswalde. Durch den Einsatz innovativer Technologien wie Vakuumdämmung und Latentwärmespeicher (PCM) sowie Regelungssysteme kann mit einem geringen Energieaufwand ein hoher Nutzungskomfort realisiert werden.</p>	<p>Konstruktion: GAP mbH</p> <p>Ansprechpartner: -</p> <p>VIP-Lieferant: -</p> <p>Ausführungszeitraum: 2007</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Das zur Verfügung stehende Budget des Bauherrn war bereits im Wettbewerb klar vorgegeben und die Einhaltung dort bereits nachzuweisen. Bei einem im ständigen politischen Fokus stehenden Projekt im Stadtzentrum einer kleinen Stadt wie Eberswalde stand die Einhaltung des Budgets während des gesamten Planungs- und Bauprozesses im Vordergrund. Die spezifischen Baukosten konnten über den gesamten Planungszeitraum entsprechend der Budgetvorgabe trotz mehrfacher Änderungswünsche seitens des Bauherrn eingehalten werden.</p> <p>Die Verpflichtung, die Bauleitungen öffentlich auszuschreiben, und die Teilung der Arbeiten in kleinere Lose ermöglichte die Vergabe an qualitativ hochstehende aber kostengünstige Baufirmen. Bei Baukosten von unter 1.300 € brutto je m² NGF wird ein architektonisch anspruchsvolles Gebäude mit sehr hohem Qualitäts- und Komfortniveau und einer hochwertigen technischen Ausstattung hergestellt.</p> <p>Das Gebäude wurde mit dem deutschen Gütesiegel für nachhaltiges Bauen in Gold ausgezeichnet.</p>

6.5.4.8 Durchgang mit VIP

Wohnanlage, Linz , Oberösterreich


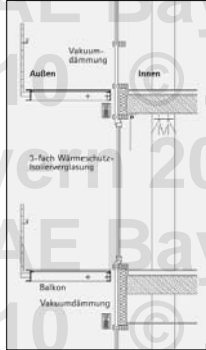
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Solarcity Linz Pichling Quelle: bmvit</p>	<p>Zweischaliges Mauerwerk mit VIP</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>In einem Durchgang wurden VIP angebracht, die bei gleicher Dicke eine fünf- bis achtfache Wärmedämmwirkung haben als herkömmliche Dämmungen.</p>	<p>Konstruktion: Ingenieurbüro DI Hofbauer, Wien</p> <p>Ansprechpartner: EBS Wohnungsgesellschaft mbH Linz</p> <p>VIP-Lieferant: -</p> <p>Ausführungszeitraum: 2005</p> <p>Gefördert durch: Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Das Projekt "einfach: wohnen" ist mit hoher Beispielwirkung angelegt; es soll dazu beitragen, die Akzeptanz von Niedrigenergie- und Passivhäusern bei BauträgerInnen und potentiellen NutzerInnen zu erhöhen. Neben der Evaluierung der technischen Kennwerte werden im Rahmen von sozialwissenschaftlichen Begleitstudien auch die NutzerInnenenerfahrungen untersucht. Die BewohnerInnen werden professionell informiert und laufend betreut. Ziel dieser Maßnahmen ist es, eine hohe Wohnzufriedenheit und niedrige Energieverbrauchswerte zu erreichen.</p>

6.5.4.9 Fassadendämmung mit VIP

Wohn- und Geschäftshaus "Sonnenschiff", Freiburg

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Quelle: sonnenschiff.de</p>	<p>Längsschnitt Fassade</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die Außenwände, Brüstungen und Lüftungs-klappen werden vakuu-gedämmt. Bei der Planung wurde eine Holz-Metall-Fassade mit einem mittleren U-Wert von ca. 0,6 W/(m²K) bei einer Bauteilstärke von 48 mm entwickelt. Diese schützt das Gebäude vor Wärme und Kälte. Sie besteht aus einer vorgefertigten Pfosten-Riegel-Fassade aus astfreiem Brettschichtholz 80/140 und Vakuu-Isolierpaneelen (ca. 0,13 W/(m²K)). Die Holz-Alu-Fenster/-Fenstertüren sind durchgängig mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-isolierverglasung (0,6 W/(m²K)) versehen, mit nach innen wirksamer Infrarot-Reflexion.</p>	<p>Konstruktion: Architekturbüro Rolf Disch, Freiburg</p> <p>Ansprechpartner: Solarsiedlung GmbH Freiburg</p> <p>VIP-Lieferant: -</p> <p>Ausführungszeitraum: 2004 - 2006</p> <p>Gefördert durch: Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Ministerium für Umwelt und Verkehr - Baden-Württemberg</p>

Bemerkung
<p>Fazit des Architekten Rolf Disch: Die Entscheidung für VIP ist nach den Erfahrungen mit Planung, Bau und Betrieb des Sonnenschiffs ohne Abstriche richtig gewesen. VIP haben auf dem bisherigen Entwicklungsstand ein großes Potential, stellen einen durchaus entscheidenden technischen Durchbruch dar. Wünschenswert wäre vor allem anderen, dass zur Vermeidung von Wärmebrücken und zur Verbesserung der Materialeigenschaften an Rändern und Stößen die einzelnen VIP-Elemente großflächiger hergestellt werden.</p>

6.5.4.10 Fassadendämmung mit VIP

Solar Decathlon Winner - Prototyp "Wohnen 2015"


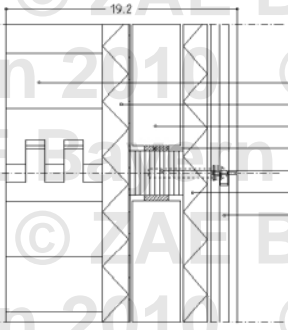
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Südfassade Quelle: EnOB</p>	<p>Querschnitt</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Gemeinsam mit dem Hersteller der Fensterfassaden wurden die Details für die Vierfachverglasung und die mit VIP gefüllten Fassadenteile im Norden sowie für passivhaustaugliche Schiebefenster in der Südfassade entwickelt und realisiert.</p>	<p>Konstruktion: Solar Decathlon Team - TU Darmstadt</p> <p>Ansprechpartner: -</p> <p>VIP-Lieferant: Porextherm</p> <p>Ausführungszeitraum: 2007</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft</p>

Bewertung
<p>Der Prototyp ist gespickt mit neuen Technologien und Konzepten: Vakuumdämmung (VIP), thermoaktive Bauteilsysteme mit Phase Change Materials (PCM), in die Fassade und das Dach integrierte Solarstromerzeugung (PV) und vieles mehr sorgen für Energieautonomie. Das Team der TU Darmstadt um den Architekten Prof. Manfred Hegger setzte sich in Washington D.C. gegen 19 Top-Universitäten aus den USA, Kanada und Spanien durch. Das High-Tech-Gebäude wurde ab Juli 2008 auf dem Campus „Lichtwiese“ der TU Darmstadt aufgebaut und als EnBau-Modellprojekt im Alltagsbetrieb als Projektbüro auf Herz und Nieren geprüft und optimiert.</p>

6.5.5.1 Dämmung der Gebäudehülle eines Massivholzhauses

Neubau eines Zweifamilienhauses, München


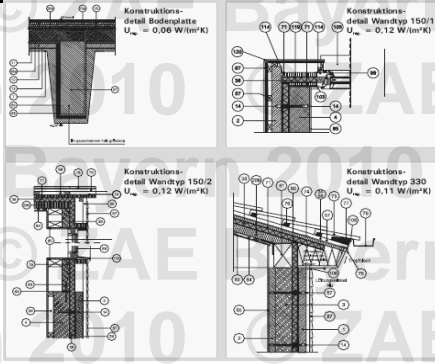
Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Südansicht des Hauses Quelle: Lichtblau Architekten</p>	<p>Vertikalschnitt durch den nördlichen Wandaufbau</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Niedrigenergiehaus in Massivholzbauweise mit schlanken Konstruktionen (weniger als 20 cm bei einem U-Wert von 0,14 W/(m²K)). Der Aufbau erlaubt das Austauschen von defekten VIP.</p> <p>Einbau von maßgenauen VIPs zur Minimierung der Wärmebrücken. Auch Dach und Außentüren sind Konstruktionen mit VIP.</p>	<p>Konstruktion: Lichtblau Architekten, München</p> <p>Ansprechpartner: Florian Lichtblau</p> <p>VIP-Lieferant: WACKER CHEMIE GmbH, Kempten,</p> <p>Ausführungszeitraum: Januar 2002</p> <p>Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Durch die schlanke Wandkonstruktion konnten 15 m² Wohnfläche gewonnen werden. Die entwickelten Detaillösungen zeigen die breiten Variationsmöglichkeiten des Systems auf, ein Austausch belüfteter VIP-Elemente bleibt jederzeit möglich. Einfachlösungen zwischen Holzlatten, Dachuntersicht und Fassade ermöglichen standardisierte Paneelgrößen. Lieferkonditionen und Qualitätssicherung bis zur Baustelle wiesen erhebliche, aber durchaus lösbare Defizite auf. Das Einsetzen der ungeschützten VIPs in die jeweilige Unterkonstruktion über umlaufendes Kompriband verlief dagegen völlig problemlos.</p>

6.5.5.2 Rundum VIP

Nullheizenergiehaus in Voggenthal

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht Quelle: VARIOTEC GmbH & Co. KG</p>	<p>Aufbau der Fertigelemente mit VIP-Kerndämmung in der Ort betonvariante</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Die Bodenplatte ist auf der Sauberkeitsschicht mit VIP Sandwechelementen ausgelegt ($U = 0,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Die Kellerseitenwände bestehen aus Betonfertigelementen mit einer VIP-Kerndämmung. Bei den Wänden sind verschiedene Wandtypen verbaut worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betonfertigelement: Beton - 40 mm VIP - Beton ($U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) - Holzwand: 15 mm PCM Gipskartonplatte - 40 mm VIP - Furnierschichtholz ($U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) <p>Das Dach ist ebenfalls mit VIP Satteldach- und Flachdachelementen ($U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) gedeckt.</p>	<p>Konstruktion: Martin Forstner</p> <p>Ansprechpartner: Variotec GmbH & Co. KG, Neumarkt</p> <p>VIP-Lieferant: Variotec GmbH & Co. KG, Neumarkt</p> <p>Ausführungszeitraum: 2006</p> <p>Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Das Nullheizenergiehaus in Voggenthal ist als Prototyp das erste Gebäude in modularer VIP-Bauweise. Das 364 m² große Gebäude ist in einem Steilhang integriert. Dadurch ergaben sich zusätzliche Anforderungen an das Dämmkonzept. Erweist sich dieser Prototyp als erfolgreich, kann mit einer Optimierung der Elementbauweise in absehbarer Zeit gerechnet werden.</p>

6.5.5.3 Dachterrasse und Außenwanddämmung


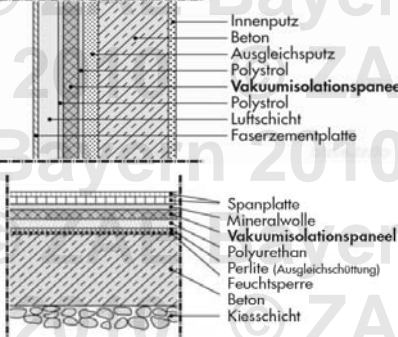
Wohn- und Geschäftshaus in München

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Außenansicht des Gebäudes Quelle: va-Q-tec</p>	<p>Ansicht VIP Konstruktion</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Konventionelle Dämmung von 25 cm würde bei diesem Gebäude eine Grundfläche von 125 m² in Anspruch nehmen, das entspricht 10 % der Nutzfläche des Gebäudes. Deshalb wurde an den Außenwänden und der Dachterrasse - erstmals an einem größeren Gebäude - zur Wärmedämmung VIP von va-Q-tec verwendet.</p>	<p>Konstruktion: Martin Pool, München Ansprechpartner: Martin Pool, München VIP-Lieferant: va-Q-tec AG Würzburg, energie-tib GmbH, Korb Ausführungszeitraum: 2004 Gefördert durch: -</p>

Bemerkung
<p>Zur Minimierung der Stufe zwischen Innenraum und Dachterrasse wurden auch dort VIPs eingesetzt. An einigen Stellen wurden auch VIPs in einem Fenster-Fassadensystem integriert. Hier wird ein guter Wanddämmwert mit einer Dämmdicke von nur 3 cm erreicht. Die für die Nutzung dieser Innovation erforderliche Zustimmung im Einzelfall wurde von der Obersten Baubehörde erteilt. Die Ausstattung des Gebäudes mit technischen Anlagen wurde auf ein sinnvolles Maß beschränkt. Hierzu gehören eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, eine Wärmepumpenanlage, eine unterstützende Solarthermie, sowie eine bedarfsgerechte Regulierung der mehrstufigen Beleuchtung.</p>

6.5.5.4 Außenwand- und Bodendämmung mit VIP
Sanierung, Gemeindezentrum in Ulm-Böfingen

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Südfassade des Gemeindehauses Quelle: Bine.info</p>	<p>Aufbau der Außenwand (oben) und des Fußbodens (unten)</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Neben konventioneller Sanierung von Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Energieversorgung wurden bei der Sanierung der Pfarrhausfassade sowie des Fußbodens im Kindergarten VIP eingesetzt.</p>	<p>Konstruktion: Fraunhofer IBP Ansprechpartner: Anton Hecht VIP-Lieferant: k.A. Ausführungszeitraum: 2006 Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Im Vergleich zu den seit März 2003 erfolgten Messungen vor der Sanierung ergaben die temperaturbereinigten Werte nach der Sanierung eine deutliche Reduzierung der Heizwärmeverbräuche von Gemeindehaus, Kindergarten und Pfarrhaus. Der Heizwärmeverbrauch konnte von den 3 Gebäuden um durchschnittlich ca. 50% gesenkt werden.</p>

6.5.5.5 VIP für Terrasse und Dach
Sanierung eines Wohnhauses in Salzburg

Objektfoto	Detail / Bauteilaufbau
	
<p>Ansicht Wohnhaus Andre nach der Sanierung Quelle: Blitzblau</p>	<p>Aufbau der VIP-PUR Ebenen</p>

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Objektdaten
<p>Das entwickelte Fassaden-Dämmsystem erreicht bei nur 6 cm Dicke U-Werte zwischen 0,09 und 0,15 W/(m²K). Auf die Geschosßdecke mit entsprechender Dampfsperre wird eine selbstnivellierende 2-Komponenten Kaltbitumenvergyssmasse mit steuerbarer Abbindezeit aufgebracht. Dieser Untergrund bietet Schutz für die 2 lagig, stoßversetzt verlegten je 25mm dicken VIP. Die gesamte Konstruktion hat mit dem erwähnten zweilagigen Aufbau eine gesamte Schichtdicke von nur ca. 6 cm und entspricht einer konventionellen Wärmedämmung von ca. 40 cm.</p>	<p>Konstruktion: Blitzblau Architektur GmbH</p> <p>Ansprechpartner: BM Dipl. HTL Ing. Anton Ferle MSc</p> <p>VIP-Lieferant: -</p> <p>Ausführungszeitraum: 2005</p> <p>Gefördert durch: Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie</p>

Bemerkung
<p>Durch das Aufbringen von VIP an der Wand, sowie durch das Anbringen von hochdämmenden und dichten VIP-PUR Mischsystemen im Bereich der Terrasse und des Daches sowie durch den Einsatz von innovativen Glaselementen wurde dieses Gebäude auf den Standard eines Niedrigenergiehauses gebracht. Für die Befestigung der VIP wurde erstmals ein mechanisches Befestigungssystem verwendet. Der Einsatz von Vakuümdämmung und Aluminiumkaschierten PUR Dämmelementen machte es möglich, die vorhandene 5 cm dicke EPS-Dämmung durch eine Hochleistungsdämmung zu ersetzen, die nicht dicker ist als die frühere Dämmung. Dadurch wurde – trotz Erreichen des Niedrigenergiehausstandards – das Erscheinungsbild der Fassade nicht gestört.</p>

Literaturverzeichnis

- [1] Binz A., Moosman, A., Stenke, G., Schonhardt, U., Fregnan, F., Simmler, H., Brunner, S., Ghazi, K., Bundi, R., Heinemann, U., Schwab, H., Cauberg, H., Tenpierik, M., Johannesson, G., Thorsell, T., Erb, M., Nussbaumer, B.: Vacuum Insulation in the Building Sector, Systems and Applications, Annex 39 "HiPTI - High Performance Thermal Insulation" of IEA/ECBCS-Implementation Agreement, Report on Subtask B, published on www.vip-bau.de, 2005
- [2] Porextherm Dämmstoffe GmbH
- [3] Fricke, J., Beck, A., Binder, M.: Vakuum-Isolations-Paneele für Gebäude (2007), ZAE Bayern
- [4] Cremers, J.: Vakuum-Dämmsysteme - Einsatzmöglichkeiten und planerische Hinweise, Forum Planen, Heft 22, 2007
- [5] Haselsteiner E.: Altbausanierung auf Passivhausstandard mit Vakuum-Isolations-Paneelen, Detail, Heft 5, 2005
- [6] Lichtblau, F., Jendges, N.: VIP in der Architektur: Zwei ganzheitliche Prototypen Bestand/Neubau aus Sicht der Planer, VIP-Bau: 2. Fachtagung "Erfahrungen aus der Praxis (2005)", Wismar
- [7] Moosmann, A., Binz, A., Fregnan, F., Eicher H., Nussbaumer, B.: Vakuumdämmung im Praxiseinsatz
- [8] Binz, A., Eicher, H.-P., Simmler, H.: Vakuum-Dämmung im Baubereich vip-bau.ch

- [9] Simmler, H.: Vakuümdämmung - Qualitätssicherung und bauphysikalische Grundlagen, Jahresbericht 2003, EMPA Bauphysik
- [10] Nussbaumer, B.: Vakuüm-Dämmung (Vacuum Insulation Panel, VIP), Kurs Hochleistungs-Wärmedämmung HLWD 2009, energie-cluster.ch
- [11] Seiler, H.-J.: Vakuüm-Dämmung (VIP), Hasit-Informationstag 2008
- [12] Zwerger, M., Klein, H.: Integration of VIP's into External Wall Insulation System, 7th International Vacuum Insulation Symposium (2005), Duebendorf / Zurich
- [13] Kerschberger, A., Brillinger M., Binder M. : Energieeffizient Sanieren. Mit innovativer Technik zum Niedrigenergie-Standard, Solarpraxis AG
- [14] Schwab, H., Wachtel, J., Scheuerpflug H., Stark, C., Heinemann, U., Ebert, H.-P., Fricke, J.: Entwicklung und Anwendung von evakuierten höchsteffizienten Dämmungen für Gebäude (Vakuümdämmung für Gebäude), Abschlussbericht, ZAE Bayern 2003
- [15] Preisig, H.: Massiv- oder Leichtbauweise?, tect21, Sonderdruck aus Heft 42/2002 sia
- [16] Miller, W.: Passivhäuser in Holz- oder Massivbauweise. Eine ideologische Frage? bauen & sanieren, Passivhaus Kompendium 2008
- [17] Albrecht, W.: Ist der Dämmstoffmarkt noch überschaubar? Erfahrungen und Probleme mit neuen Dämmstoffen, Forschungsinstitut für Wärmeschutz, (FIW) e. V., München 2009
- [18] Erbenich, G., Klein, H.: Vakuümpaneele im Baubereich "Quo vadis" - Versuch einer Bestandsaufnahme anhand ausgesuchter Anwendungsbeispiele und Formulierung eines Maßnahmenkatalogs

- [19] Hangleiter, M.: Systematisiertes Bauen mit vakuumgedämmten Betonfertigteilen, VIP-Bau: 2. Fachtagung "Erfahrungen aus der Praxis (2005)", Wismar
- [20] Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
- [21] Schupp, H. B.: VIP im Mauerwerksbau - Vakuumgedämmter Mauerstein, Vakuumgedämmter Mauerziegel, VIP-Bau: 1. Fachtagung (2003), Rostock-Warnemünde
- [22] Luib, M.: Produkte und Systeme mit VIPs - Verbundelemente für vorgehängte Fassaden, VIP-Bau: 2. Fachtagung "Erfahrungen aus der Praxis" (2005), Wismar
- [23] Linzmeier Bauelemente GmbH: LINIT VIP - Innovativ bauen und revolutionär dämmen mit Vakuum (2007), Riedlingen
- [24] Christian Pohl GmbH: Seropal-Vakuumsandwich, Einfach Genial- Minimale Bautiefe bei maximalem Wärmeschutz (2008), Seesen
- [25] Grobe, C.: Einsatz von VIPs zur kostengünstigen Problemlösung, VIP-Bau: 2. Fachtagung "Erfahrungen aus der Praxis" (2005), Wismar
- [26] VARIOTEC: veni-vici-vip - Planen Bauen Sanieren mit VIP+Qasa, den hocheffizienten und raumsparenden Wärmebrückenkillern (2008), Neumarkt
- [27] Zwerger, M.: Integration von VIP's in Wärmedämm-Verbundsysteme, VIP-Bau: 2. Fachtagung "Erfahrungen aus der Praxis" (2005), Wismar
- [28] Willems, W. M.: Vakuumdämmung, Bauphysik Kalender 2004